

Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft

Jahrbuch 2018



**J. CRAMER Verlag · Braunschweig
2019**

Das vorliegende Jahrbuch ist bei der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft
und im Buchhandel erhältlich

Preis: € 20,00

Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Fallersleber-Tor-Wall 16 · D-38100 Braunschweig
Postfach 3329 · DE-38023 Braunschweig
Telefon: (05 31) 1 44 66 · Fax (05 31) 1 44 60

<http://www.bwg-nds.de>

Für die Redaktion verantwortlich:
Christel Müller-Goymann

ISSN 0931-1734

ISBN 978-3-934656-38-3

Gesamtherstellung:

J. Cramer Verlag · Haarsweg 1 · D-38126 Braunschweig
2019
Printed in Germany

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort.....	9
Organe der BWG 1943–2018.....	11

PLENARVERSAMMLUNGEN

20.01.2018	in Braunschweig	
	<i>Otto Richter</i> : Begrüßung – Rückblick – Ausblick.....	13
	<i>Jürgen Müller, Franz Hofmann & Liliane Biskupek</i> : Warum man den Abstand zum Mond misst.....	17
	<i>Klaus Gahl</i> : Schlussworte.....	29
09.02.2018	in Braunschweig	
	<i>Dieter Jahn</i> : Was macht das BRICS? – mit anschließender Führung	
09.03.2018	in Braunschweig	
	<i>Rolf Radespiel</i> : Hochauftriebstechnologien aus dem SFB 880....	31
	<i>Christel Müller-Goymann</i> : Entwicklung von Therapeutika gegen Haut- und Nagelpilz.....	33
13.04.2018	in Braunschweig	
	<i>Kurt Hahlweg</i> : Prävention von Scheidung – Ergebnisse einer 25-Jahres Follow-up Studie.....	39
01.06.2018	in Braunschweig	
	<i>Petra Mischnick</i> : „...dass das Bier ... hier im Reichstagsbuffet ... nicht ganz frei von Verfälschungen sei“ – Entstehung und Entwicklung der Lebensmittelchemie –.....	59
14.07.2018	in Braunschweig	
	<i>Stefan Hartmann</i> : Vom Experiment zur Vorhersage des Bauteilverhaltens in der Festkörpermechanik.....	73
12.10.2018	in Braunschweig	
	Gemeinsame Sitzung mit der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen	
	<i>Joachim Reitner</i> : Geobiologie der Archaischen Erde – Eine Spurensuche vor rund 4000 Millionen Jahren.....	95
	<i>Helge Mißbach</i> : Aus Anorganik wird Organik – die Bildung einfacher organischer Verbindungen mittels abiotischer Synthese	97

09.11.2018	in Hannover <i>Andreas Kirschning: Die neue Rolle für die Akademische Wirkstoffforschung</i>	104
14.12.2018	in Braunschweig Haupt- und Wahlsitzung	

EXKURSION

24.05/ 25.05.2018	<i>Annette Otte: Landschaftsökologische Exkursion in die Kernzone des UNESCO-Biosphärenreservats Rhön (für BWG-Mitglieder)</i>	113
----------------------	--	-----

KLASSENSITZUNGEN

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

09.02.2018	In Braunschweig <i>Peter Behrens: Nanoporöse Biomaterialien</i>	114
09.03.2018	in Braunschweig <i>Regularien</i>	
13.04.2018	in Braunschweig <i>Rainer Löwen: $1+2+3+4+\dots = -1/12$ – Fake News – oder was ist dran? Gedanken zu einer Kontroverse</i>	120
01.06.2018	in Braunschweig <i>F. Jochen Litterst: Über Frustration zu Neuem</i>	123
09.11.2018	in Hannover <i>Regularien</i>	

Klasse für Ingenieurwissenschaften

09.02.2018	in Braunschweig <i>Dieter Dinkler: Modellierung gekoppelter Systeme</i>	
09.03.2018	in Braunschweig <i>Regularien</i>	
13.04.2018	in Braunschweig <i>Laura De Lorenzis: Phasenfeldmodellierung und -simulation von Bruch- und Ermüdungsphänomenen in komplexen Materialien</i> ...	134

- 01.06.2018 in Braunschweig
Manfred Krafczyk: Deep Learning: ein Paradigmenwechsel für Computational (Fluid) Mechanics?
- 12.10.2018 in Braunschweig
Regularien

Klasse für Geisteswissenschaften

- 09.02.2018 in Braunschweig
Henning Steinführer: Der Braunschweiger Wappenbrief von 1438..... 137
- 13.04.2018 in Braunschweig
Carsten-Peter Warncke: Kunst und blauer Dunst. Zur frühen Ikonografie des Zigarettenrauchens..... 143
- 01.06.2018 in Braunschweig
Walther Ludwig: Ägyptische Obelisk in Rom und nördlich der Alpen..... 144
- 12.10.2018 in Braunschweig
Regularien

FEIERLICHE JAHRESVERSAMMLUNG am 15.06.2018

Carl Friedrich Gauß-Kolloquium

„Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“

- Gunther Kühne, Clausthal, Mitglied der BWG*
 Einführung in das Themenfeld „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“..... 149
- Otfried Höffe, Tübingen*
 Braucht das positive Recht ein Naturrecht?
- Christian Starck, Göttingen*
 Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts..... 154
- Anja Seibert-Fohr, Heidelberg*
 Menschenwürde im Internationalen Menschenrechtsschutz..... 165

Stadtführung

- Henning Steinführer, Braunschweig, Mitglied der BWG*
 Eine Historische Stadtführung durch die Braunschweiger Innenstadt..... 187

Festversammlung im Altstadtrathaus

Otto Richter, Präsident der BWG

Begrüßung..... 192

In Vertretung des Oberbürgermeisters der Stadt Braunschweig

Annegret Ihbe, Bürgermeisterin

Grußwort..... 194

Otto Richter, Präsident der BWG

Bericht des Präsidenten für den Berichtszeitraum Mai 2017 bis Mai 2018..... 197

Otto Luchterhandt, Universität Hamburg, Mitglied der BWG

Laudatio zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß- Medaille der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft an *Prof. Dr. Dres. h.c. Paul Kirchhof*..... 206

Paul Kirchhof, Heidelberg

Freiheit zwischen Zählen und Erzählen, Messen und Ermessen..... 213

Urkunde und Lebenslauf des Preisträgers..... 225

Klaus Gahl, Vizepräsident der BWG

Schlussworte..... 228

KOMMISSIONEN UND „JUNGE BWG“

Reinhold Haux: BWG-Kommission Synergie und Intelligenz: technische, ethische und rechtliche Herausforderungen des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten im Zeitalter der Digitalisierung (SYnENZ)..... 231

Hans-Dieter Ehrich: Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter
[siehe Rubrik „Symposien und Kolloquien“]

Janina Bahnmann: „Junge BWG“ Eine Initiative der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Niedersachsen..... 235

Richtlinien „Junge BWG“ 236

SYMPOSIEN UND KOLLOQUIEN

14. Bioethik-Symposium „Roboter im Operationssaal“ am 07.02.2018

Programm..... 238

Klaus Gahl

Bericht..... 240

Internationales Kolloquium „Erforschung und Erhaltung der Phytodiversität“ anlässlich des 70. Geburtstages von Professor Dr. rer. nat. habil. Dietmar Brandes am 16.03.2018

Programm..... 244

Symposium und Workshop „Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“ am 30.11.2018

Programm..... 247

Hans-Dieter Ehrich

Bericht..... 250

34. Braunschweiger Floristentreffen am 01.12.2018

Programm..... 258

ÖFFENTLICHE VORTRÄGE

08.02.2018 Vortragsreihe im phaeno Wolfsburg

15.02.2018 „Zeit“

01.03.2018 Programm und Zusammenfassung..... 260

15.03.2018

19.04.2018

26.04.2018

20.02.2018 Akademie-Vorlesungen im Schloss

13.03.2018 „Rhythmus in Natur und Kultur“

10.04.2018 Programm und Zusammenfassung..... 264

29.05.2018

12.06.2018

25.09.2018

26.10.2018

28.11.2018

PREISVERLEIHUNGEN

Verleihung des Braunschweiger Bürgerpreises für herausragende studentische Leistungen

Programm..... 268

ABHANDLUNGEN

Gunther Kühne, Clausthal-Zellerfeld

Israel Jacobson und die jüdische Reformbewegung in Deutschland..... 270

Ulrich Menzel, Braunschweig

Der Niedergang der Volksparteien und der Umbruch des Parteiensystems..... 281

MITTEILUNGEN

Veröffentlichungen..... 321

Geschäftliche Mitteilungen..... 321

PERSONALIA

Todesfälle..... 322

Nachrufe..... 323

Zuwahlen..... 337

Inhaber der Carl Friedrich Gauß-Medaille..... 338

Vorwort

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft stellt gemäß BWG-Satzung Vorträge und Präsentationen des Vorjahres zu einem Jahrbuch zusammen. Nun halten Sie das Jahrbuch 2018 in der Hand. Bereits an dieser Stelle sei allen Mitgliedern, die sich im Jahr 2018 aktiv beteiligt haben, noch einmal herzlich gedankt. Die BWG sieht ihre Aufgabe vorrangig im interdisziplinären Diskurs zwischen Naturwissenschaften, Angewandten und Technischen Wissenschaften und den Geisteswissenschaften sowie in der Translation der Ergebnisse der interdisziplinären Reflexion und Zusammenarbeit in die Gesellschaft. Diese Ziele werden u.a. durch regelmäßige wissenschaftliche Bereichs- und Plenarsitzungen mit Referaten und Diskussionen sowie durch die Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen Institutionen über alle nationalen Grenzen angestrebt. Durch öffentliche Symposien und Vorträge wird die wissensorientierte Gesellschaft erreicht.

Die Themenschwerpunkte der Vorträge und Diskussionen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft waren in 2018 so vielfältig wie in den vergangenen Jahren und reichten von der Frage „Warum man den Abstand zum Mond misst?“ über das Thema „Prävention von Scheidung“ bis hin zum Thema „Roboter im Operationssaal“. Das letztgenannte Thema wurde anlässlich des 14. Bioethiksymposium der interessierten Öffentlichkeit mit mehreren Diskussionsvorträgen präsentiert.

Die Arbeit der beiden in 2017 neu gegründeten Kommissionen unter dem Oberbegriff Digitalisierung (Bewahrung des kulturellen Erbes im digitalen Zeitalter, SYnENZ Ethische und rechtliche Implikationen von Maschine-Mensch-Interaktionen) hat Fahrt aufgenommen. Den Bericht über das erste stattgefundene Symposium „Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“ können Sie im Jahrbuch nachlesen. Ebenso im Jahrbuch enthalten sind Informationen über die 2018 implementierte Initiative der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Niedersachsen, die „Junge BWG“.

Ein Höhepunkt in 2018 war der Festvortrag des diesjährigen Carl Friedrich Gauß-Medaillenträgers, Seniorprofessor *distinctus* Dr. iur. Dr. h. c. mult. Paul Kirchhof, über die „Freiheit zwischen Zählen und Erzählen, Messen und Ermessen“, begleitet vom ihm zu Ehren abgehaltenen Gauß-Kolloquium mit Vorträgen zu seinen Themenschwerpunkten Staats- und Verwaltungsrecht, Finanz- und Steuerrecht sowie Europarecht.

Für 2019 setzt die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft in Vorträgen und Symposien u.a. die folgenden Schwerpunkte: „Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz“ sowie „Verantwortung für die Natur“ im Rahmen des 15. Bioethiksymposiums. Der erstgenannte Themenschwerpunkt wird als zweitägiges Symposium der BWG-Kommission SYnENZ zusammen mit den lokalen Kooperationspartnern TU Braunschweig, Thünen Institut und DLR organisiert.

Alle, auch Nicht-Mitglieder der BWG, sind herzlich eingeladen, die Veranstaltungen und Vorträge zu besuchen. Die aktuellen Termine öffentlicher Vorträge sowie die in diesem Jahrbuch enthaltenen Vorträge und Präsentationen sind in der Internetrepräsentanz der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (bwg-nde.de) zu finden.

Wie immer erhalten alle Mitglieder der BWG das Jahrbuch, Interessierte können dies gegen einen Unkostenbeitrag in der Geschäftsstelle erwerben oder auf der Internetrepräsentanz der BWG lesen.

Prof. Dr. Christel Müller-Goymann
Vizepräsidentin der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Die Organe der BWG 1943 – 2018

Konstituierende Sitzung: 30.11.1943

Eröffnungssitzung:	09.12.1943	[siehe Abhandlungen der BWG 21 (1969), 8]
Erste Sitzung:	1944	[siehe Abhandlungen der BWG 1 (1949), 169]
Zweite Sitzung:	1953	[siehe Abhandlungen der BWG 5 (1953), 212]
Dritte Sitzung:	1971	[siehe Abhandlungen der BWG 22 (1970), 291]
Vierte Sitzung:	1993	[siehe Jahrbuch der BWG (2007), 10]
Fünfte Sitzung:	2008	[siehe Jahrbuch der BWG (2008), 10 ff.]
Sechste Sitzung:	2010	[siehe Jahrbuch der BWG (2010), 11 ff.]
Siebte Sitzung:	2017	[siehe Jahrbuch der BWG (2017), 13 ff. und http://bwg-nds.de/über-die-bwg/satzung]

Präsidenten

1943–45: Fritz Gerstenberg †; 1946–48: Gustav Gassner †; 1949–50: Hans Herloff Inhoffen †; 1951–53: Eduard Justi †; 1954–56: Leo Pungs †; 1957–59: Max Kohler †; 1960–62: Hans Kroepelin †; 1963–66: Paul Koeßler †; 1967–70: Hermann Blenk †; 1971–77: Karl Gerke †; 1978–80: Herbert Wilhelm †; 1981–86: Karl Heinrich Olsen †; 1987–92: Gerhard Oberbeck †; 1993–95: Werner Leonhard †; 1996–1999: Norbert Kamp †; 2000–2013: Joachim Klein; 2014–2016: Dietmar Brandes; seit 2017: Otto Richter

Generalsekretäre

1943–45: Ernst August Roloff †; 1946–48: Wilhelm Gehlhoff †; 1949–50: Eduard Justi †; 1951–53: Hermann Schlichting †; 1954–1959: Hans Herloff Inhoffen †; 1960–61: Hellmut Bodemüller †; 1962–64: Hans Joachim Bogen †; 1965–69: Hermann Schaefer †; 1970–71: Karl Gerke †; 1972–73: Arnold Beuermann †; 1974–80: Karl Heinrich Olsen †; 1981–82: Ulrich Wannagat †; 1983–85: Hans Joachim Kanold †; 1986–88: Egon Richter; 1989–91: Harmen Thies; 1992–94: Ulrich Wannagat †; 1995–97: Helmut Braß †; 1998–2000: Elmar Steck †; 2001–2010: Claus-Artur Scheier

Vizepräsidentinnen/Vizepräsidenten

2011–2012: Claus–Artur Scheier; seit 2011: Klaus P. G. Gahl; 2013: Dietmar Brandes; seit 2014: Christel Charlotte Müller–Goymann

Vorsitzende der Klassen

BIS 1954 SEKRETÄRE DER ABTEILUNGEN

Mathematik und Naturwissenschaften

1943–47: G. Cario †; 1948–50: P. Dorn †; 1951–53: H. H. Inhoffen †; 1954–57: P. Dorn †; 1958–60: H. Kroepelin †; 1961: H. Poser †; 1962–64: H. Hartmann †; 1965–66: H. Schumann †; 1967–72: M. Grützmaker †; 1973–76: U. Wannagat †; 1977–80: H. R. Müller †; 1981–84: E. Richter; 1985–89: O. Rosenbach †; 1990–91: St. Schottlaender †; 1992–94: H.–J. Kowalsky; 1995–97: H. Tietz †; 1998–1999: K. Schügerl †; 2000: G. Müller; 2001–2003: J. Heidberg †; 2004–2006: E. Winterfeldt †; 2007–2012: Th. Hartmann †; 2013–2015: H.–D. Ehrich; 2016: O. Richter; seit 2017: D. Kaufmann

Ingenieurwissenschaften

1943–48: E. Marx †; 1949–53: L. Pungs †; 1954–56: O. Flachsbar †; 1957–60: W. Hofmann †; 1961–64: H. Hausen †; 1965–70: G. Wassermann †; 1971–77: H.W. Henniecke †; 1978–79: Th. Rummel †; 1980–83: M. Mitschke †; 1984–93: R. Jeschar †; 1994–96: H.–G. Unger; 1997–2000: E. Stein †; 2001–2005: M. Lindmayer; 2006–2008: P. Wriggers; 2009–2011: U. Peil; 2012–2017: J. Müller; seit 2018: D. Dinkler

Bauwissenschaften

1943–48: ?; 1949–53: Th. Kristen †; 1954–62: F. Zimmermann †; 1963–67: A. Pflüger †; 1968–69: J. Göderitz †; 1970–73: W. Wortmann †; 1974: K. H. Olsen †; 1975–78: H. Duddeck †; 1979–83: W. Höpcke †; 1984–93: J. Herrenberger †; seit 1994: vereinigt mit der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Geisteswissenschaften

1943–48: W. Jesse †; 1949–53: W. Gehlhoff †; 1954–56 (Obmann): W. Jesse †; 1958–61 (Obmann): H. Glockner †; 1962–68 (Obmann): H. Heffter †; 1969–78: A. Beuermann †; 1979–87: M. Gosebruch †; 1988–89: H. Boeder †; 1990–91: G. Maurach †; 1992–1998: C.–A. Scheier; 1999: G. Maurach †; 2000: C.–A. Scheier; 2001–2010: H.–J. Behr †; seit 2011: K. Alpers

PLENARVERSAMMLUNGEN

Begrüßung – Rückblick – Ausblick

PROF. DR. OTTO RICHTER

Präsident der BWG

Wissenschaftliche Akademien haben im Laufe ihrer Geschichte einen Bedeutungswandel erfahren. Waren sie in der Vergangenheit hauptsächlich Orte disziplinärer Forschung, so sind sie heute Orte interdisziplinären Dialogs und stellen keine Konkurrenz zur detaillierten Fachforschung dar. Auf den Sitzungen der Akademien wurden Experimente vorgeführt und es wurden Forschungsprojekte initiiert. Ein berühmtes Beispiel ist die Planung und Durchführung von Expeditionen durch die Royal Society zur Beobachtung und Messung des Venustransits im 18. Jahrhundert zur Bestimmung der Astronomischen Einheit. In der heutigen Zeit sehe ich die Aufgaben einer wissenschaftlichen Gesellschaft darin

- Wissen und Expertise des Einzelnen zusammenzuführen im interdisziplinären Diskurs
- Langzeitvorhaben an der Schnittstelle zwischen Geistes-Kulturwissenschaften und Technik- und Naturwissenschaften zu initiieren und
- Kommunikation zwischen Wissenschaft und Gesellschaft herzustellen durch engagierten Dialog mit der Öffentlichkeit um den rationalen Umgang der Gesellschaft mit Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklung zu unterstützen.

Im vergangenen Jahr hat die BWG zwei aktuelle Themen aufgegriffen und dazu Kommissionen eingerichtet, über deren Arbeit ich Ihnen berichten möchte.

1. Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter

Am 10.2.2017 hat die Klasse Mathematik und Naturwissenschaften und am 9.6.2017 hat die Plenarversammlung der BWG der Einrichtung der Kommission „Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“ jeweils einstimmig zugestimmt. Vorbereitende Arbeiten wurden ab Februar 2017 durchgeführt.

Dokumente wie Bücher, Bilder, Filme, Tonaufnahmen, Internetseiten, Emails, Blogs, Chats, amtliche Dokumente wie Anträge, Bewilligungen, Steuererklärungen, aber auch Verträge, Gerichtsprotokolle, Behördenakten, Geschäftsunterlagen usw. usw. liegen zunehmend in digitaler Form vor. Oft gibt es keine Papierfassungen mehr. Dies gilt insbesondere für den steten Strom der Massendaten, die aus den

Beobachtungs- und Messstationen sowie den Labors der Naturwissenschaften und Technik, den Einrichtungen der Medizin, den sozialen Medien usw. anfallen.

Darunter sind Kulturgüter, die es wert sind, bewahrt zu werden. Aber wie destilliert man sie heraus? Und wie bewahrt man sie langfristig auf? Und wie präsentiert man sie den Benutzern?

Zuweilen bröseln das Papier historischer Dokumente, und Archive, Museen und Bibliotheken beeilen sich, sie zu digitalisieren und so die Inhalte vor dem Verfall zu sichern. Dies ist aber nicht der einzige Grund für Digitalisierung: Kulturgüter werden auf breiter Front in digitalen Bibliotheken und Archiven erfasst, um sie einem größeren Nutzerkreis zugänglich zu machen, ohne die Originale (und die Nutzer) zu strapazieren.

Aber wie nachhaltig ist das? Digitale Speichermedien wie Festplatten, Halbleiterspeicher, CDs, DVDs, Magnetbänder etc. haben eine technisch sehr begrenzte Lebensdauer. Cloud-Speicher haben diese nicht, erfordern aber eine aufwändige Infrastruktur mit ständig zu erneuernder Hard- und Softwarebasis, und sie brauchen eine Organisation mit Technikern, Managern, Kaufleuten, Verwaltungsangestellten usw. Sie werden meist von kommerziellen Unternehmen wie Microsoft, Google, Dropbox u.a. angeboten. Aber diese betreiben die Speicher nach kommerziellen Gesichtspunkten. Wenn sich das Geschäft nicht mehr lohnt, könnten sie den Dienst einstellen. Es empfiehlt sich also nicht, sie für die Bewahrung von Kulturgütern in Anspruch zu nehmen.

Wie also bewahren wir unser digitales Erbe und machen es den nachfolgenden Generationen in hunderten oder womöglich tausenden von Jahren zugänglich? Tontafeln haben Jahrtausende überstanden, ihre Inhalte sind aber nur für wenige Spezialisten zugänglich. Holzfrees Papier ist recht dauerhaft, und die Inhalte sind z.B. in Bibliotheken gut zugänglich. Aber es ist wohl keine gute Idee, unser digitales Erbe auf Papier zu drucken (oder womöglich in Tontafeln zu ritzen).

Das Problem der sicheren, effizienten und kostengünstigen digitalen Langzeitarchivierung hat bereits viel Aufmerksamkeit gefunden. In Bibliotheken, Archiven und Museen werden aber recht unterschiedliche Ansätze verfolgt. Immerhin gibt es im Verbund der deutschen Bibliotheken sehr vielversprechende Lösungen, die auf der Höhe der Softwaretechnik sind und neben einer zeitlich im Prinzip unbegrenzten Aufbewahrungsdauer sehr gute Zugänglichkeit über Benutzerschnittstellen und zudem eine große Ausfallsicherheit bieten. Im Bereich der wissenschaftlichen Datensammlungen ist das Problembewusstsein unterschiedlich entwickelt. Die gefundenen Lösungen sind vielfältig und nicht immer sachgerecht.

Neben der Speicherung ist aber auch die Gewinnung und Auswahl der Dokumente für das kulturelle Erbe eine große Aufgabe. Sicherlich gehört nicht jede Twitter-Nachricht dazu, aber einige könnten vielleicht historisches Interesse finden. Wie filtern wir aus der ungeheuren Menge digitaler Daten die kulturell relevan-

ten für die Archivierung heraus? Die Aufgabe ist verwandt mit der, aus großen Datenmengen die aktuell benötigten Erkenntnisse und Einsichten zu gewinnen. Dafür wurden und werden Techniken der Mustererkennung, des Data Mining und Text Mining, des Machine Learning und andere Methoden der Computational Intelligence entwickelt. Lassen sie sich auch sinnvoll für die archivische Bewertung verwenden?

Digitale Bibliotheken, Archive und Sammlungen bieten eine neue Qualität des Zugangs für Besucher und Benutzer über das Internet. Wie können innovative Such-, Navigations- und Visualisierungstechniken aussehen? Es gibt bereits sehr gute und problemangepasste Lösungen, aber zuweilen sind die Benutzerschnittstellen doch noch entwicklungsfähig.

Digitale Daten müssen in den Archiven nicht nur dauerhaft, sondern auch rechtssicher verwahrt werden. Sie müssen nicht nur vor Verlust geschützt werden, sondern auch vor Verfälschung und unberechtigtem Zugriff: ihre Authentizität und Integrität müssen bewahrt werden, und geschützte Daten müssen geschützt bleiben. Hier sind insbesondere schwierige Fragen des nationalen und internationalen Urheberrechts zu beachten.

Eine BWG-Kommission, die diesen und verwandten interdisziplinären Fragen nachgeht, wurde im Sommer 2017 durch Beschluss der Plenarversammlung gegründet. Um die Diskussionen zu bündeln und zu konkretisieren, soll das Online-Kupferstichkabinett (Döring) als thematischer Fokus für die Untersuchungen der Kommission dienen.

Für den Herbst 2018 ist ein Workshop geplant, auf dem die Themen der Kommission mit einigem Input von außen unter den Mitgliedern diskutiert werden sollen. Es wird ein innovatives Konzept verfolgt, nach dem nur zwei Vorträge stattfinden sollen: ein allgemeiner Impulsvortrag und eine Einführung in das Online-Kupferstichkabinett. Im Übrigen sollen formlose Gespräche am runden Tisch mit einer jeweiligen kurzen Einführung durch einen Moderator stattfinden. Geplante Themenschwerpunkte sind: Erschließung von Bild und Text, archivische Bewertung, explorative Datenanalyse und Langzeitarchivierung.

2. Technische, ethische und rechtliche Herausforderungen eines erweiterten Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten

Hintergrund und Zielsetzung

Dass die Digitalisierung erhebliche Veränderungen in praktisch alle Bereiche unserer Gesellschaft bringt und weiterhin bringen wird, ist mittlerweile auch politischer Konsens geworden. Schlagworte wie 'Industrie 4.0' oder 'Digitalisierungsgrad der Gesundheitsversorgung' versuchen diese veränderten Formen des Arbeitens und des Lebens in Begriffe zu fassen.

Die BWG-Kommission terZED möchte noch einen Schritt weitergehen. Sie möchte sich mit den sich durch diese Entwicklungen ergebenden neuen Formen des Zusammenlebens grundsätzlich befassen. Dabei soll es nicht nur um neue Kommunikations- und Interaktionsformen zwischen Menschen gehen. Auch das erweiterte Zusammenwirken mit 'nicht lebenden' Objekten (Maschinen, ...) oder mit anderen Lebewesen, in welcher Art auch immer, soll Gegenstand der Kommissionsarbeit sein. Die nun vorhandenen und zukünftig zu erwartenden technischen Möglichkeiten spielen in der Arbeit der Kommission zwar eine große Rolle. Diese können aber nicht ohne die damit verbundenen ethischen und rechtlichen Voraussetzungen und Konsequenzen sinnvoll erarbeitet werden.

Bisherige Aktivitäten

Nach mehreren Vorgesprächen fand eine erste Sitzung am 1.6.2017 statt, in der es um die thematische Ausrichtung und um mögliche Mitglieder ging.

Es folgten weitere Gespräche des Sprechers mit Kommissionsmitgliedern. Am 17.10.2017 fand daraufhin eine zweite Sitzung statt, in der weitere organisatorische und inhaltliche Fragen besprochen wurden. Zudem wurde beschlossen, dass ein Symposium durchgeführt werden soll (siehe geplante Aktivitäten).

In einer dritten Sitzungsrunde erfolgte insbesondere eine weitere inhaltliche Diskussion. Alle Kommissionsmitglieder nahmen an mindestens einer der am 20.11., am 6.12., am 13.12., am 15.12. und am 21.12.2017 stattfindenden Sitzungen teil und brachten ihre inhaltlichen Vorstellungen und möglichen Beiträge ein.

Geplante Aktivitäten

Zunächst ist ein wissenschaftliches Symposium zu dieser Thematik geplant, welches Ende 2018/Anfang 2019 stattfinden soll. In dem Symposium sollen sowohl BWG-Mitglieder als auch eingeladene externe Kolleg(inn)en über eigene Forschung zu diesem Thema berichten und sich austauschen. Weitere, noch zu beschließende Aktivitäten können z.B. Stellungnahmen und Empfehlungen sein oder auch Initiativen für gemeinsame, interdisziplinäre Forschung zu wichtigen Grundlagen dieses erweiterten Zusammenwirkens werden.

Liebe BWG Mitglieder, in diesem Jahr erwartet Sie ein weiteres Novum: wir werden unter der Leitung unseres korrespondierenden Mitglieds Frau Prof. Dr. h. c. Annette Otte eine Landschaftsökologische Expedition in die Rhön durchführen. Ich freue mich nun auf den Festvortrag unseres BWG Mitgliedes Jürgen Müller zum Thema „Warum man den Abstand zum Mond misst“.

Ich wünsche Ihnen ein erfolgreiches Neues Jahr!

Warum man den Abstand zum Mond misst*¹

JÜRGEN MÜLLER, FRANZ HOFMANN & LILIANE BISKUPEK

Leibniz Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneiderberg 50, DE-30167 Hannover
E-Mail: mueller@ife.uni-hannover.de

1. Abstrakt

Seit der ersten bemannten Mondlandung im Jahr 1969 werden Laserentfernungsmessungen (englisch: Lunar Laser Ranging – LLR) zwischen Beobachtungsstationen auf der Erde und Reflektoren auf dem Mond durchgeführt. Die Analyse der LLR-Daten gibt einen einzigartigen Einblick in die Dynamik des Erde-Mond-Systems und bietet gleichzeitig die Möglichkeit, Vorhersagen der Einstein'schen Gravitationstheorie zu überprüfen. In diesem Beitrag wird kurz die Messtechnik, die Modellierung der LLR-Beobachtungen sowie die Analyse der Daten erläutert. Exemplarisch werden einige mit LLR bestimmbare Parameter diskutiert, insbesondere auch solche, deren präzise Bestimmung die Gültigkeit der Allgemeinen Relativitätstheorie untermauert.

2. Einleitung

Der Mond ist der einzige natürliche Satellit der Erde. Der mittlere Abstand zur Erde beträgt 385 000 km. Er variiert aufgrund der elliptischen Mondbahn zwischen 363 000 km in Erdnähe (Perigäum) und 405 000 km in Erdferne (Apogäum). Die Mondbahn unterliegt vielfältigen gravitativen Störeinflüssen durch die Körper des Sonnensystems, speziell Sonne und Erde, die eine Abweichung von der ungestörten Ellipsenbahn in der Größenordnung von einigen Tausend Kilometern verursachen (Nordtvéd 2003). Der Mond bewegt sich mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit um die Erde, mit der er um seine eigene Achse rotiert. Durch diese so genannte gebundene Rotation sieht man von der Erde aus immer die gleiche Mondseite.

* Der Vortrag wurde am 20.01.2018 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

1 Dieser Beitrag ist eine überarbeitete und aktualisierte Version des 2015 in der zfv erschienen Artikels: Hofmann, F., Biskupek, L., Müller, J.: Lunar Laser Ranging: Das Erde-Mond-System und Tests der Einstein'schen Gravitationstheorie. zfv 6/2015, S. 337-345, 2015. Einzelne Textteile sind nahezu wörtlich aus der damaligen Veröffentlichung übernommen.

Seit Jahrtausenden wird die Bewegung des Mondes beobachtet und zum Beispiel zur Festlegung von Kalendern genutzt. Eine genaue Beschreibung der Mondbewegung beschäftigt die Wissenschaftler bis in die heutige Zeit. Ptolemäus nutzte ein mathematisches Modell aus Epizykeln (System aus sich überlagernden Kreisen für die Bahn der Planeten und des Mondes) und Evektion (eine periodische Bahnstörung durch die Sonne), um die komplexe Bewegung des Mondes zu beschreiben (Petersen 1969). Die erste physikalische Theorie wurde von Isaac Newton mit Hilfe des von ihm entdeckten Gravitationsgesetzes aufgestellt (Newton 1687). Die Betrachtung von Raum und Zeit, und damit auch die Beschreibung der Bewegung der Körper im Sonnensystem und darüber hinaus, wurde durch die Allgemeine Relativitätstheorie von Albert Einstein (Einstein 1915) revolutioniert. Ohne die Relativitätstheorie könnten die geodätischen Weltraumverfahren, wie Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS), Interferometrie auf langen Basislinien (VLBI) und Lasermessungen zu Satelliten (SLR) bzw. Mond (LLR), nicht oder zumindest nicht mit einer hohen Genauigkeit genutzt werden (Müller et al. 2008).

Das älteste geodätische Weltraumverfahren stellen die Laserentfernungsmessungen zum Mond dar, bei dem die Laufzeit von Laserpulsen zwischen Observatorien auf der Erde und Reflektoren auf dem Mond gemessen wird. 1969 stellten die Astronauten der Apollo 11 Mission den ersten Laser-Retroreflektor auf der Mondoberfläche im südlichen Mare Tranquillitatis auf. Bis 1973 wurden vier weitere Reflektoren zum Mond gebracht: zwei Reflektoren durch die Apollo 14 und Apollo 15 Missionen und zwei weitere Reflektoren durch die sowjetischen Missionen Luna 17 und Luna 21 (dort auf den Rovern Lunochod 1 und 2). Die Position der Reflektoren ist in Abb. 1 (links) dargestellt.

Die Reflektoren der Apollo-Missionen bestehen aus einem Verbund von 100 (Apollo 11 und 14) bzw. 300 (Apollo 15) Tripleprismen mit einem Durchmesser von jeweils 3.8 cm, Abb. 1 (rechts). Auf den Lunochod-Rovern wurden französische Reflektoren aus 14 Einzelprismen mit einer Seitenlänge von je 11 cm genutzt.

Auf der Erde sind nur wenige Observatorien in der Lage, LLR-Messungen durchzuführen. In den USA ist es das Projekt APOLLO (Apache Point Observatory Lunar Laser-ranging Operation) in New Mexico, in Frankreich das Observatoire de la Côte d'Azur in Grasse und die Matera Laser Ranging Station in Italien. Die längste LLR-Datenreihe (von 1969 bis 2013) des McDonald Observatory in Texas, USA, konnte aufgrund von finanziellen Problemen nicht fortgesetzt werden. Von 1984 bis 1990 führte das Observatorium auf dem Mt. Haleakala (Hawaii) LLR-Messungen durch. Einzelne Messungen wurden auch an der australischen Station Ororal und auf der geodätischen Fundamentalstation in Wettzell im Bayerischen Wald durchgeführt, die 2018 den LLR-Betrieb wieder aufgenommen hat. In Abb. 2 sind diejenigen Observatorien gezeigt, deren LLR-Daten in der Auswertung des Instituts für Erdmessung (IfE) der Leibniz Universität Hannover verwendet werden.

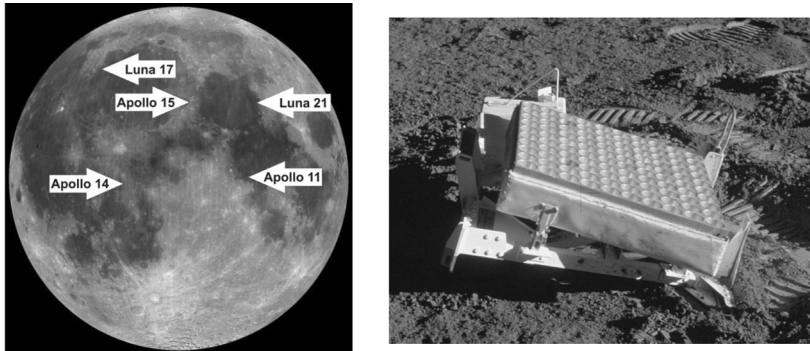


Abb 1: Links: Position der LLR-Reflektoren auf der Mondoberfläche. Rechts: Reflektor der Apollo 14 Mission mit 100 Einzelprismen in einer 10x10 Anordnung. Quelle: NASA, bearbeitet.

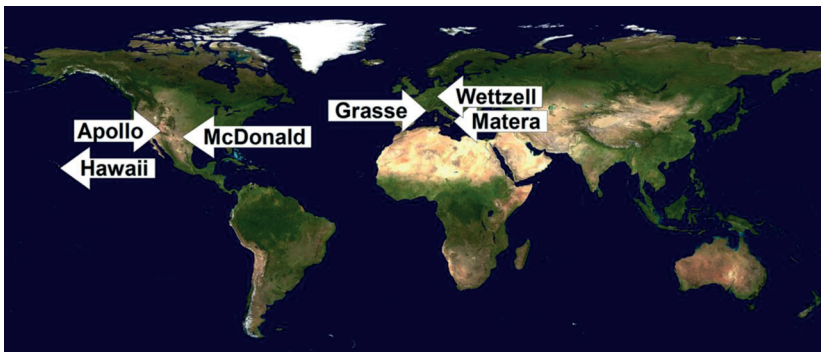


Abb. 2: Position aller LLR-Stationen, deren Daten in der Auswertung des IfE genutzt werden. Quelle: NASA, bearbeitet.

3. Messung

Zur Entfernungsbestimmung werden kurze Laserpulse im grünen oder infraroten Wellenlängenbereich von Observatorien auf der Erde zu den Reflektoren auf dem Mond gesandt und nach einer Laufzeit von ca. 2,6 s wieder empfangen. Der einzelne Laserpuls formt nach Verlassen des Teleskops eine „Lichtscheibe“ mit einer Dicke von etwa 3 cm und einem Durchmesser entsprechend des eingesetzten Teleskopdurchmessers (z.B. bei APOLLO 3,5 m oder in Wettzell 0,7 m). Der Einzelpuls enthält rund $3 \cdot 10^{17}$ Photonen. Durch die turbulente Erdatmosphäre wird der Strahl aufgeweitet und leuchtet auf dem Mond eine Fläche von 10 bis

70 km² aus. Die reflektierende Fläche der 300 Tripleprismen des Apollo 15 Reflektors beträgt hingegen nur 0,34 m², also $3,4 \cdot 10^{-7}$ km², sodass nur ein sehr kleiner Teil der Photonen reflektiert wird. Der zurückgesandte Laserpuls wird vom Reflektor ebenfalls leicht aufgeweitet und beleuchtet auf der Erdoberfläche eine Kreisfläche von rund 180 km². Es gelangen wiederum nur wenige Photonen des zurückkehrenden Signals in die Teleskopöffnung und somit zum Detektor. Der gesamte Signalverlust, inklusive zweimaligem Durchlauf durch die Erdatmosphäre und dem Verlust in der Empfangsoptik, beträgt etwa 18 Größenordnungen (Murphy et al. 2008). Am Detektor kommen damit nur einzelne, der ehemals über 10^{17} , Photonen des Laserpulses an (Murphy 2013).

Diese Einzelphotonen müssen aus einer Menge an Störphotonen durch den hellen Mond mit Hilfe einer dreifachen Filterung (räumlich, spektral und zeitlich) separiert werden. Der räumliche Filter verhindert, dass zu viel Licht von der den Reflektor umgebenden Mondoberfläche zum Detektor gelangt. Im spektralen Bereich lässt ein sehr engbandiger Linienfilter lediglich das Licht mit der Wellenlänge des verwendeten Lasers Lichts passieren. Durch die zeitliche Filterung werden nur Signale in einem kurzen Intervall um den modellierten Empfangszeitpunkt registriert. Die Messgröße für jeden Laserpuls ist die Pulslaufzeit, d.h. die Zeitdifferenz zwischen Empfangs- und Sendezeitpunkt, die mit Hilfe der Lichtgeschwindigkeit in einen Abstand umgerechnet werden kann. Um signifikante Treffer zu detektieren, werden die Einzelmessungen über einen Zeitraum von wenigen Minuten zu einem statistisch abgesicherten Messwert, dem Normalpunkt, zusammengefasst, der dann als eigentliche Beobachtungsgröße in der LLR-Analyse verwendet wird.

Von 1969 bis Ende 2017 wurden rund 24 000 Normalpunkte gemessen. Abb. 3 zeigt die Verteilung über die Zeit und die beteiligten Observatorien. Auf dem Mond

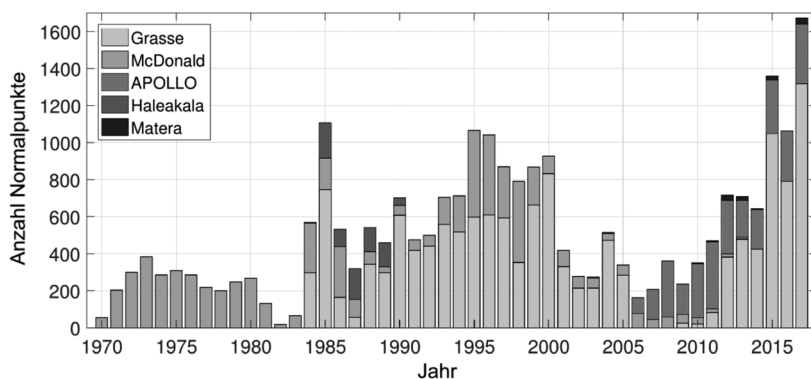


Abb. 3: Anzahl der jährlich gemessenen Normalpunkte von 1970 bis Ende 2017 und deren Aufteilung auf die LLR-Observatorien.

wurde in der Vergangenheit hauptsächlich der Apollo 15 Reflektor angemessen, der aufgrund seiner Größe das einfachste Ziel mit der größten Signalstärke darstellt. Die anderen kleineren Reflektoren sind in der Regel schwieriger zu beobachten. Mit der Station APOLLO und den Messungen im Infrarot-Bereich in Grasse und Wettzell können nun aber auch diese Reflektoren zuverlässig angemessen werden, sodass seit einigen Jahren eine gleichmäßigere Beobachtung aller Reflektoren erreicht wurde.

4. Analyse der LLR-Messungen

Die Normalpunkte werden am Institut für Erdmessung (IfE) der Leibniz Universität Hannover mit dem Programmpaket LUNAR analysiert. Die Entwicklung der Software begann im Sonderforschungsbereich 78 an der TU München in der Forschungseinrichtung Satellitengeodäsie (FESG) und wird am IfE fortgeführt. Die wichtigsten Bestandteile von LUNAR sind die beiden Programmteile zur Ephemeridenrechnung und Parameterschätzung, siehe auch Müller et al. (2014).

In der Ephemeridenrechnung wird die Bewegung der größeren Körper im Sonnensystem bis zur ersten nach-Newton'schen Ordnung, d.h. inklusive relativistischer Terme proportional zu $1/c^2$, modelliert (Will 1993). Als Grundlage dienen die Einstein-Infeld-Hoffmann (EIH)-Bewegungsgleichungen für sphärisch-symmetrische Körper, die für alle Planeten, Sonne, Mond und ausgewählte Asteroiden numerisch in der Zeit integriert werden. Die Rotation des elastischen Mondes wird über die Euler-Liouville-Gleichungen simultan mitintegriert und relativistische Korrekturen (de Sitter und Lense-Thirring Präzession) angebracht (Müller 1991). Daraus ergibt sich die Orientierung des Mondes im Raum. Weiterhin werden gravitative Effekte durch die Abweichung der Erde, der Sonne und des Mondes von der Kugelgestalt, die säkulare Gezeitenbeschleunigung sowie das dissipative Verhalten des Mondes und der Einfluss eines flüssigen Mondkerns auf die Mondrotation modelliert.

Die Ausgleichung im Programmteil der Parameterschätzung basiert auf dem Gauss-Markov-Modell. Dabei wird der gemessene dem berechneten Abstand zwischen einem Observatorium auf der Erde und einem Reflektor auf dem Mond gegenübergestellt.

In die Berechnung fließen die Transformationen von Zeit- und Raumkoordinaten zwischen dem raumfesten Inertialsystem, in dem die Bahnen der Körper des Sonnensystems berechnet werden, und den körperfesten Systemen von Erde und Mond ein, in denen die Reflektorpositionen und die Stationskoordinaten definiert sind (Biskupek 2015). Die Rotation des Mondes und damit die Eulerwinkel zur Transformation in das Inertialsystem werden im Ephemeridenprogramm berechnet, während die Rotation der Erde durch die wohlbekannten Transformationen von Präzession/Nutation, Polbewegung und Erdrotationsphase UT1 beschrieben werden. Für die Observatorien auf der Erde wird eine Reihe von Einflüssen auf die Stationskoordinaten aufgrund von Deformationen und Bewegungen der Erdkruste

berücksichtigt (Petit und Luzum 2010) – in Klammern ist jeweils die Größenordnung angegeben, mit der sich die Stationsposition aufgrund des jeweiligen Effektes verändern kann:

- Gezeiten der festen Erde: Sie entstehen als direkter Effekt der gravitativen Kräfte von Sonne und Mond (radial bis zu 30 cm);
- Ozeanauflasten: Die durch gravitative Kräfte der Himmelskörper bedingte Verlagerung der Ozeanmassen (bis zu 10 cm);
- Atmosphärenauflasten: Sie entstehen einerseits durch die Erwärmung der Luftmassen über den Kontinenten und andererseits ebenfalls durch die gravitativen Kräfte der Himmelskörper auf die Atmosphäre (ca. 1 cm);
- Polgezeiten: Verursacht durch die Polbewegung, führen sie zu einer Änderung des Zentrifugalpotentials, was zur Deformation des Erdkörpers führt (radial bis zu 25 mm, horizontal bis zu 7 mm);
- Auflasten durch Ozeanpolgezeiten: Sie entstehen als Folge der Polgezeiten, da diese ebenfalls eine Verlagerung der Ozeanmassen verursachen (radial bis zu 1,8 mm, horizontal bis zu 0,5 mm) und
- Stationsbewegungen aufgrund der Plattentektonik (je nach Station bis zu einigen cm/Jahr).

Die Reflektorkoordinaten werden um Gezeiteneffekte von Erde und Sonne sowie um Deformationen aufgrund der Rotation des Mondes korrigiert.

Die jährlichen gewichteten Residuen zwischen beobachtetem und berechnetem Observatoriums-Reflektor-Abstand sind in Abb. 4 gezeigt. In den Anfangsjahren

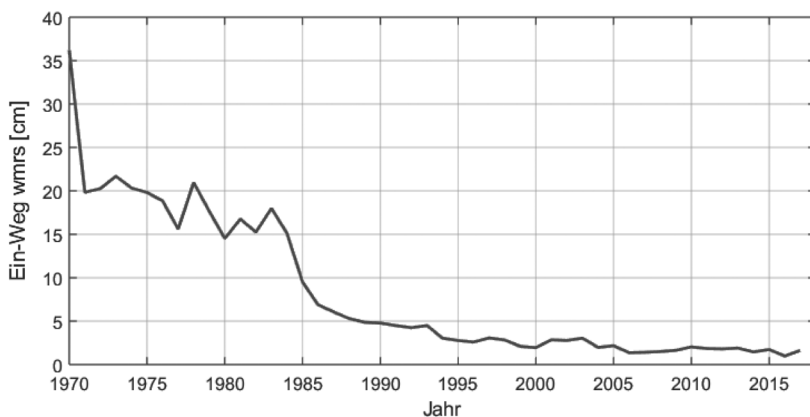


Abb 4: Gewichtete jährliche Residuen der LLR-Analyse am IfE.

erreichten die Residuen Werte bis etwa 20 cm. Ab Mitte der 80er Jahre wurden die Residuen durch mehr Beobachtungen und neue Observatorien mit verbesserter Technologie kleiner. Ab Ende der 80er Jahre erreichen die Residuen ein Niveau von drei bis fünf Zentimeter, ab 2006 Werte unter zwei Zentimeter. Die verbleibende Unsicherheit wird zum Teil von der bis zu 10 Grad variierenden Orientierung der Reflektoren zum Messzeitpunkt sowie von verbleibenden Ungenauigkeiten in der Modellierung, z.B. in der Mondrotation, verursacht.

5. Ergebnisse – Erde-Mond-System

Mit Hilfe der Laserentfernungsmessungen zum Mond lassen sich verschiedene Parameter im Erde-Mond-System bestimmen. Gleichzeitig bietet LLR eine einzigartige Möglichkeit, um bestimmte Aspekte der Einstein'schen Gravitationstheorie auf ihre Gültigkeit zu untersuchen.

Die hochgenau bestimmte Mondbahn, in Wechselwirkung mit den Körpern des Sonnensystems, kann zur Realisierung eines dynamischen Referenzsystems herangezogen werden. Die Positionen und Geschwindigkeiten der Körper zu bestimmten Zeitpunkten bilden die „Festpunkte“ des Referenzrahmens. Das mondfeste seelenzentrische Referenzsystem ist ein im Massenmittelpunkt des Mondes gelagertes Hauptachsensystem und wird über die mitgeschätzten Reflektorkoordinaten realisiert. Mit einer Genauigkeit im Bereich von etwa 10 cm sind die fünf Reflektoren die am genauesten bestimmten Punkte auf der Mondoberfläche. Umgekehrt lassen sich die Stationskoordinaten und -geschwindigkeiten auf der Erde mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern bzw. Millimetern pro Jahr bestimmen.

In Biskupek (2015) und Hofmann et al. (2018) sind die mit LLR schätzbaren Erdorientierungsparameter, wie langperiodische Nutationskoeffizienten, Erdrotationsphase und Polkoordinaten sowie die Präzessionskonstante, untersucht worden. Die LLR-Ergebnisse für ausgewählte Nutationskoeffizienten, die Genauigkeiten von $0,1\text{--}0,7 \text{ mas}^2$ in $\Delta\psi$ (Nutation in Länge) und $0,1\text{--}0,3 \text{ mas}$ in $\Delta\epsilon$ (Nutation in Schiefe) erreichen, sind zwar schlechter als Nutationsergebnisse aus VLBI, trotzdem können sie bei einer Kombination von LLR und VLBI durch die Langzeitstabilität zu einem präziseren Nutationsmodell beitragen.

Die ungleichmäßige Verteilung der LLR-Beobachtungen über den synodischen Monat und die wenigen Observatorien führen zu Problemen in der Datumsfestlegung. Dadurch ist es nicht trivial, Erdrotationsparameter aus LLR zu schätzen. Untersuchungen von Biskupek (2015) haben allerdings ergeben, dass es über geeignete Auswertestrategien möglich ist, Zeitreihen für die Polbewegung mit einer Genau-

² Millibogensekunden

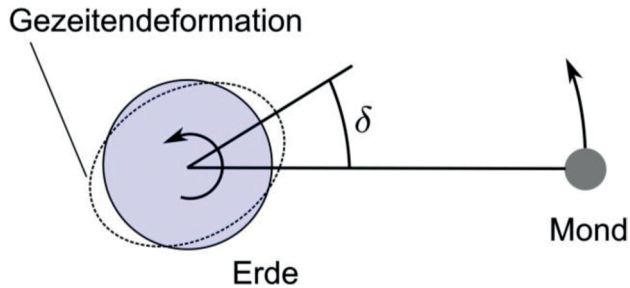


Abb. 5: „Verschiebung“ der Gezeitendeformation durch die Erdrotation um den Winkel.

igkeit von 1-20 mas und für die Erdrotationsphase mit 0,03-0,05 ms zu berechnen. Besonders die hochgenauen Beobachtungen der Station APOLLO tragen hier positiv zu den Ergebnissen bei, siehe auch Müller et al. (2015) und Hofmann et al. (2018).

Weiterhin werden Parameter für die Berechnung der Mondephemeride mitgeschätzt. Für die Mondtranslation wird die initiale Position und Geschwindigkeit, für die Mondrotation die initiale Orientierung und Winkelgeschwindigkeit bestimmt. Das komplette Mondschwerefeld bis Grad und Ordnung 6 wird in der Berechnung verwendet (Hofmann und Müller 2018). Um eine bestmögliche Anpassung an die LLR-Messwerte zu erreichen, werden einige Koeffizienten vom Grad 2 und 3 geschätzt. Weiterhin werden das Produkt der Gravitationskonstante mit der Gesamtmasse des Erde-Mond-Systems sowie gezeitenabhängige Parameter und Kenngrößen des Mondinneren bestimmt. Dazu gehören die Lovezahlen k_2 und h_2 , ein Dissipationsparameter D , um die zeitliche Verzögerung des Mondes auf die Gezeitenwirkung zu modellieren, und Parameter für die säkulare Gezeitenbeschleunigung des Mondes. Die vom Mond auf der Erde erzeugte Gezeitendeformation „Gezeitenberge“ werden durch die im Vergleich zum Mondumlauf schnellere Erdrotation sowie Reibung aus der Verbindungslinie Erde-Mond herausbewegt, Abb. 5. Der mondnahe Gezeitenberg befindet sich somit immer ein Stück „vor“ dem Mond und verursacht eine kleine, aber stetige Beschleunigung des Mondes, der sich demzufolge um etwa 3,8 cm pro Jahr von der Erde entfernt. Auf Grund der Erhaltung des Drehimpulses im Erde-Mond-System nimmt dadurch die Tageslänge um 2 ms pro Jahrhundert zu.

6. Ergebnisse – Gravitationsexperimente

Die Analyse der LLR-Messungen erlaubt, wichtige Eckpfeiler der Einstein'schen sowie auch der Newton'schen Gravitationstheorie zu testen, siehe Soffel et al.

(2008), Müller et. al (2014), Biskupek (2015), Soffel (2015) und Hofmann und Müller (2018). Für schwache Gravitationsfelder und kleine Geschwindigkeiten, im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit, kann die Einstein'sche Theorie durch die Newton'sche approximiert werden.

Die Unveränderlichkeit der Gravitationskonstanten G ist eine der grundlegenden Annahmen der Einstein'schen Theorie, während einige alternative Gravitationstheorien einen zeitlich veränderlichen Wert für G vorhersagen (Sanders et al. 2010, Steinhart und Wesley 2010). Falls solche Variationen signifikant beobachtet werden würden, ließen sich Hinweise auf Modifikationen der Einstein'schen Theorie gewinnen. Die lange LLR-Beobachtungsreihe schränkt eine mögliche zeitliche Variation auf $\dot{G}/G < 7,6 \cdot 10^{-14}$ 1/Jahr ein. Das obere Limit für eine mögliche quadratische Variation wurde von Biskupek (2015) zu $\ddot{G}/G < 5 \cdot 10^{-15}$ 1/Jahr² abgeschätzt.

Die Gültigkeit des Äquivalenzprinzips ist ein weiteres Kernelement der Gravitationstheorien von Newton und Einstein; es kann in verschiedene Varianten unterschieden werden (Nordtvedt 1968). Das schwache Äquivalenzprinzip besagt, dass alle ungeladenen Körper unabhängig von ihrer chemischen Zusammensetzung, Größe und Masse im Vakuum die gleiche Frei-Fall-Beschleunigung erfahren. Im Newton'schen Sinne ist das Verhältnis zwischen träger Masse, die den Widerstand eines Körpers gegen äußere Kräfte darstellt, und schwerer Masse, die in die Berechnung der Gravitationskraft eingeht, für alle Körper gleich. Im Labor auf der Erde kann das schwache Äquivalenzprinzip z.B. durch hochempfindliche Torsionswaagen überprüft werden (Wagner et al. 2012). Im Erde-Mond-System würde durch den unterschiedlichen inneren Aufbau von Erde und Mond (die Erde besitzt einen nickel- und eisenreichen Kern, der Mond besteht größtenteils aus Silikatgestein) eine Verletzung des schwachen Äquivalenzprinzips zu einer unterschiedlichen Beschleunigung im Gravitationsfeld der Sonne führen und damit zu einer Veränderung der Mondbahn gegenüber der theoretischen Vorhersage.

Das starke Äquivalenzprinzip ist ein Grundpfeiler der Einstein'schen Gravitationstheorie und erweitert die schwache Variante um die gravitative Selbstenergie der Körper. Es besagt, dass die Frei-Fall-Beschleunigung von Testkörpern unabhängig vom Anteil der gravitativen Selbstenergie ist. Betrachtet man die Erde und den Mond als Testkörper im Gravitationsfeld der Sonne, so erlaubt LLR einen kombinierten Test des schwachen und starken Äquivalenzprinzips (Hofmann und Müller 2018). Eine Verletzung des Äquivalenzprinzips würde in erster Näherung zu einer Verschiebung der Mondbahn entlang der Verbindungslinie Erde-Sonne führen, Abb. 6. Bisher wurde keine signifikante Verletzung des Äquivalenzprinzips mit LLR detektiert. Eine mögliche Differenzbeschleunigung zwischen Erde und Mond, relativ zur Beschleunigung in Richtung Sonne, wird durch die LLR-Analyse auf $(-3 \pm 5) \cdot 10^{-14}$ geschätzt.

Weitere Tests der Einstein'schen Gravitationstheorie mit LLR untersuchen die geodätische Präzession der Mondbahn, den Nichtlinearitätsparameter β und den Raumkrümmungsparameter der post-Newton'schen Approximation von Einsteins

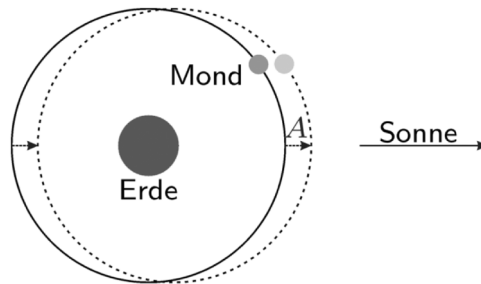


Abb. 6: Verschiebung der Mondbahn um einen Betrag A in Richtung zur Sonne bei einer Verletzung des Äquivalenzprinzips.

Theorie, die räumliche Änderung der Gravitationskonstanten, modelliert über ein Yukawa-Potential, sowie bevorzugte Bezugssysteme und Richtungen im Universum (Hofmann 2017, Hofmann und Müller 2018).

7. Zusammenfassung

Lasermessungen zum Mond stellen einen einzigartigen Beobachtungssatz dar, mit dem eine Reihe von Effekten im Erde-Mond-System untersucht werden kann. Die größte Bedeutung hat LLR – durch den großen Erde-Mond-Abstand und die mehr als 49jährige Datenreihe – aber hinsichtlich des Tests von Gravitationstheorien. Insbesondere die Untersuchungen zum Äquivalenzprinzip und zur Konstanz der Gravitationskonstanten haben eine große Bedeutung, da von alternativen Theorien Abweichungen zur Einstein'schen Gravitationstheorie erwartet werden. Die Analyse der LLR-Messungen bestätigt die Vorhersagen der Allgemeinen Relativitätstheorie bis jetzt in beeindruckender Weise und trägt zu einem besseren Verständnis des Erde-Mond-Systems bei.

Mit weiteren Verbesserungen in der Modellierung der Mondbewegung und der Installation von neuen Einzelpisma-Reflektoren auf dem Mond ist es möglich, die mit LLR erreichten Genauigkeiten in den nächsten Jahren weiter zu steigern (z.B. \dot{G}/G um einen Faktor 20 bis zum Jahr 2030, Hofmann 2017) und damit auch die Gültigkeit der Einstein'schen Theorie weiter zu überprüfen.

Dank

Die LLR Daten werden gesammelt, archiviert und verteilt unter der Schirmherrschaft des Internationalen Laser Ranging Service (ILRS), Pearlman (2002). Wir

danken dem Personal aller beteiligten LLR-Stationen für mehr als 49 Jahre an LLR-Daten. Teile der Arbeit wurden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft in der Forschergruppe FOR1503 „Space-Time Reference Systems for Monitoring Global Change and for Precise Navigation in Space“ sowie FOR584 „Earth Rotation and global dynamic processes“ finanziert.

Literatur

ADELBERGER, E.G (2001): New tests of Einstein's equivalence principle and Newton's inversedsquare law. – *Classical and Quantum Gravity* **18**: 2397–2405.

BISKUPEK, L. (2015): Bestimmung der Erdorientierung mit Lunar Laser Ranging, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, 742, München.

EINSTEIN, A. (1915): Zur allgemeinen Relativitätstheorie, Preußische Akademie der Wissenschaften, Sitzungsberichte, Teil 2, S. 778–786, 799–801.

HOFMANN, F. (2017): Lunar Laser Ranging – verbesserte Modellierung und Schätzung relativistischer Parameter, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, 797, München.

HOFMANN, F. & J. MÜLLER (2018): Relativistic tests with lunar laser ranging. – *Classical and Quantum Gravity* **35**: 035015, DOI: 10.1088/1361-6382/aa8f7a

HOFMANN, F., L. BISKUPEK & J. MÜLLER (2018): Contributions to Reference Systems from Lunar Laser Ranging using the IfE analysis model. – *Journal of Geodesy* **92**(9): 975–987, DOI: 10.1007/s00190-018-1109-3

MÜLLER, J. (1991): Analyse von Lasermessungen zum Mond im Rahmen einer post-Newton'schen Theorie. Dissertation, Technische Universität München. Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 383.

MÜLLER, J., L. BISKUPEK & F. HOFMANN (2015): Earth Orientation and Relativity Parameters determined from LLR Data, Proceedings of the 19th International Workshop on Laser Ranging, Abstract Nr. 3033, online veröffentlicht auf <http://cddis.gsfc.nasa.gov/lw19/Program/index.html>.

MÜLLER, J., L. BISKUPEK, F. HOFMANN & E. MAI (2014): Lunar Laser Ranging and Relativity, In: S.M. KOPEIKIN (Hg.) "Frontiers of Relativistic Celestial Mechanics", Bd. 2: Application and Experiments, Walter de Gruyter, Berlin, S. 103–156.

MÜLLER, J., M. SOFFEL & S. KLIONER (2008): Geodesy and Relativity. – *Journal of Geodesy* **82**(3): 133–145.

MURPHY, T.W. (2013): Lunar laser ranging: the millimeter challenge, Reports on Progress in Physics **76**: 076901.

MURPHY, T.W, E.G. ADELBERGER, J.B.R. BATTAT, L.N. CAREY, C.D. HOYLE, P. LEBLANC, E.L. MICHELSEN, K. NORDTVEDT, A.E. ORIN, J.D. STRASBURG, C.W. STUBBS, H.E. SWANSON & E. WILLIAMS (2009): The Apache Point Observatory Lunar Laser-ranging Operation: Instrument Description and First Detections. – Publications of the Astronomical Society of the Pacific **120**: 20–37.

NEWTON, I. (1687): *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, The Royal Society, London.

NORDTVEDT, K. (1968): Equivalence Principle for Massive Bodies. I. Phenomenology. – Physical Review **169**: 1014–1016.

NORDTVEDT, K. (2003): Lunar Laser Ranging – a comprehensive probe of post-Newtonian gravity, arXiv:gr-qc/0301024.

PEARLMAN, M.R, J.J. DEGNAN & J.M. BOSWORTH (2002): The International Laser Ranging Service. – Advances in Space Research **30**: 135–143.

PETERSEN, V.M. (1969): The Three Lunar Models of Ptolemy – Centaurus **14**: 142.

PETIT, G. & B. LUZUM (Hrsg.) (2010): IERS Conventions 2010, Nr. 36 in IERS Technical Note, Verlag des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main.

SANDERS, A.J., G.T. GILLIES & E. SCHMUTZER (2010): Implications upon theory discrimination of an accurate measurement of the time rate of change of the gravitational parameter and other cosmological parameters. – Annalen der Physik **522**(12): 861–873.

SOFFEL, M. (2015): 100 Jahre Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie: Tests und Anwendungen. – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement **140**:185.

SOFFEL, M., S. KLIONER, J. MÜLLER & L. BISKUPEK (2008): Gravitomagnetism and lunar laser ranging. – Physical Review D **78**: 024033.

STEINHARDT, P.J. & D. WESLEY (2010): Exploring extra dimensions through observational tests of dark energy and varying Newton's constant, arXiv 1003.2815.

WAGNER, T.A, S. SCHLAMMINGER, J.H. GUNDLACH & E.G. ADELBERGER (2012): Torsion-balance tests of the weak equivalence principle. – Classical and Quantum Gravity **29**:184002.

WILL, C.M. (1993): *Theory and Experiment in Gravitational Physics*, Cambridge University Press, England, 2. Aufl.

Schlusswort Neujahrsversammlung 2018

Sehr verehrte Damen und Herren,
erlauben Sie mir wieder ein kurzes Schlusswort.

Zuerst ein herzlicher Dank an Herrn Müller für seinen schönen, lebhaften Vortrag. Sie, lieber Herr Müller, haben uns mitgenommen auf eine Reise, die wohl mancher von uns, als kleiner Häwermann oder als Jule Verne-Leser gerne unternommen hätte; eine Reise die heute oder morgen schon gutbetuchte Abenteurer als Ausflugsreisen starten wollen. Es ist die Faszination des Geheimnisvollen oder Unheimlichen wie die Faszination des Wissenschaftsobjektes! Dazwischen liegt das unmittelbar bewegende Erlebnis wie in dem wunderbaren Gedicht von Goethe

„An den Mond“

„Füllest wieder Busch und Tal
Still mit Nebelglanz,
Lösest endlich auch einmal
Meine Seele ganz;

Breitest über mein Gefild
Lindernd deinen Blick,
Wie des Freundes Auge mild
Über mein Geschick.

Jeden Nachklang fühlt mein Herz
Froh und trüber Zeit,
Wandle zwischen Freud und Schmerz
In der Einsamkeit“

– eines von unzähligen bewegenden Gedichten an den Mond.

Der Mond ruft wohl bei uns allen vielfältige Assoziationen wach – „und ist nur halb zu sehen“. Auch der Vollmond zeigt uns nur seine Vorderseite. Er fordert unser Wissen, unsere Erfahrung und unser Vorstellungsvermögen, das räumliche, perspektivische Sehen. Ist der Mond überm Horizont größer als in seinem Zenit? Ist er uns näher? Wie wirklich ist die Wirklichkeit unserer unmittelbaren Wahrnehmung? Ist die Entfernung des Erlebnis-Mondes genauso groß, wie Herr Müller sie misst? Entfernung des Mondes: ein ambivalentes Wort. Wird dem Mond die Ferne genommen, entfernt? Mit der Entfernung rücken die Objekte unserer Lebenswelt

in einen an- oder abgemessenen Abstand. „So sind gar manche Sachen“. Das lehrt uns der Mond.

Auch dass „gar manche Sachen“ mehrere Seiten, unterschiedliche Aspekte haben und aus verschiedenen Perspektiven angeschaut werden wollen und müssen. Scheinbare Eindeutigkeit kann dann mehrdeutig werden, nicht im negativen Sinne von Unverbindlichkeit sondern unter verschiedener Sicht einander ergänzend.

Wünschen wir uns die Fähigkeit zu gegenseitig achtender Polyperspektivität und kritischer Toleranz.

Meine Damen und Herren, ich wünsche Ihnen im Namen der BWG ein gutes, gesundes, frohes, schöpferisches und glückliches neues Jahr und darf Sie nun herzlich zum Empfang in unsere Räume am Fallersleber Torwall einladen.

Hochauftriebstechnologien aus dem SFB 880*

ROLF RADESPIEL

Institut für Strömungsmechanik, TU Braunschweig,
Hermann-Blenk-Straße 37, DE-38108 Braunschweig, E-Mail: r.radespiel@tu-braunschweig.de

Die Bedürfnisse der Menschen nach Mobilität führen zu einem kontinuierlichen Wachstum des Luftverkehrs. Allerdings kosten Flugreisen heute oft viel Zeit durch Umsteigen und lange Zubringerfahrten, und sie belasten die Umwelt mit Lärm und Abgasen. Der Sonderforschungsbereich (SFB) 880 der TU Braunschweig erforscht neue Technologien für den Hochauftrieb, um umweltverträgliche Nutzungen von Flughäfen in der Nähe der Metropolen zu ermöglichen. Ein wesentlicher Ansatz ist die Erforschung von aktiven Hochauftriebssystemen, mit denen sich die Start- und Landestrecken wesentlich verkürzen lassen. Mit diesen neuen Systemen können viele Flughäfen in das Luftverkehrsnetz einbezogen werden, die bisher für Verkehrsflugzeuge nicht zugänglich waren. Der Sonderforschungsbereich entwickelt auch neue Technologien für den Entwurf lärmarmer Tragflügel.

Der Vortrag stellt ausgewählte Ergebnisse des SFB 880 nach sieben Jahren Forschungsarbeiten vor. Bei den Strömungsgeräuschen von aktiven Hochauftriebssystemen, die durch das Ausblasen von dünnen Wandstrahlen wesentlich höhere Auftriebskräfte am Flügel ermöglichen, konnte eine neue Lärmquelle identifiziert werden, die von der Krümmung der turbulenten Scherschichten an stark umlenkenden Hochauftriebsklappen herrührt. Hinsichtlich der Minderung des Lärms des Flugantriebs haben sich Lösungsansätze als aussichtsreich erwiesen, bei denen ein Strahltriebwerk mit sehr großem Nebenstromverhältnis oberhalb des Tragflügels im Bereich der Hinterkante positioniert wird, um so die Abschirmwirkung von Schall durch den Tragflügel auszunutzen.

Die Effizienz des aktiven Ausblasens von Druckluft zum Zweck der Auftriebserhöhung konnte durch dynamisches Ausblasen wesentlich erhöht werden. Hier arbeiten Aerodynamiker, Adaptroniker und Mikrotechniker eng zusammen, um Fragen der geeigneten Aktuation und der zeitauflösenden Messtechnik zu bewältigen. Für die Erzeugung der Druckluft während des Fluges arbeiten Strömungsmechaniker mit

* Zusammenfassung des Vortrags, der am 09.03.2018 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten wurde.

Ingenieuren der Elektrotechnik zusammen, um so kompakte Kompressoren mit bislang nicht erreichter Leistungsdichte zu erforschen. Eine wesentliche Verbesserung der aerodynamischen Leistungen resultiert durch form-adaptive Senknasen, wofür der SFB ein neues Konzept für flexible Häute am Tragflügel und ihre Anbindung an optimierte Verstellmechanismen gefunden hat. Dieses Konzept konnte an einem Funktionsmodell im Maßstab 1:1 erfolgreich erprobt werden.

Das Fliegen mit den aktiven Hochauftriebssystemen des SFB 880 birgt besondere Herausforderungen wegen offener Fragestellungen zur Ausfallsicherheit, wegen der für das sichere Fliegen erforderlichen Ruderwirksamkeiten sowie wegen der Flugeigenschaften von Propellerflugzeugen im extremen Langsamflug. Die Untersuchung des aero-elastischen Verhaltens von Tragflügeln mit aktiven Hochauftriebssystemen hat zudem einen neuen Flatterfall ergeben, der mit dem nichtlinearen Auftriebsverhalten des Tragflügels zusammenhängt. In den Untersuchungen der Flugdynamik sind erste Nachweise gelungen, dass durch neue Flugregelkonzepte akzeptable Flugeigenschaften erreicht werden und auch der Einmotorenflug beherrscht werden kann.

Die Mitglieder des SFB 880 wollen die hervorragenden Möglichkeiten, die sich aus der interdisziplinären Kooperation zwischen Wissenschaftlern der TU Braunschweig, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt und der LU Hannover ergeben, auch weiterhin ausnutzen.

Entwicklung von Therapeutika gegen Haut- und Nagelpilz*

CHRISTEL MÜLLER-GOYMANN

Institut für Pharmazeutische Technologie, TU Braunschweig, Mendelssohnstr. 1,
DE-38106 Braunschweig, E-mail: c.mueller-goymann@tu-braunschweig.de

Pilzinfektionen werden eingeteilt in systemische bzw. tiefe Mykosen und in oberflächliche Mykosen. Während die erstgenannten schwerwiegende Erkrankungen der inneren Organe wie Lunge oder Gehirn darstellen und vergleichsweise selten auftreten, betreffen oberflächliche Pilzinfektionen der Haut und ihrer Anhangsorgane wie z.B. Fuß- und Fingernägel viele Patienten, verlaufen jedoch im Allgemeinen weniger schwerwiegend bzw. vergleichsweise mild. Zwischen 20 und 25% der Bevölkerung leiden mindestens einmal im Leben an einer Mykose der Haut oder an einer Onychomykose der Nägel, Tendenz steigend (Havlickova et al. 2008). Begünstigende Faktoren sind fortgeschrittenes Lebensalter mit reduzierter Immunabwehrfunktion, Vorerkrankungen wie beispielsweise Diabetes oder Adipositas und ungünstige, das Pilzwachstum fördernde Umgebungsbedingungen wie feuchtes Milieu in geschlossenen Schuhen/Gummistiefeln/Schutzhandschuhen, in Gemeinschaftseinrichtungen wie Schwimmbädern, Saunen. Auch übertriebene, mit Schädigung der Schutzfunktion der Hautbarriere einhergehende Hygiene- und Hautpflegemaßnahmen leisten Pilzerkrankungen Vorschub. Andererseits erhöht unzureichende, d.h. zu seltene Reinigung, die Belastung mit Erregern und ihren ebenso infektiösen Dauerformen, den Sporen.

Pilzinfektionen der Haut neigen dazu, auf den Nagel überzugreifen, insbesondere wenn sie längere Zeit bestehen und unbehandelt bleiben. Meistens handelt es sich mit > 90% aller oberflächlichen Pilzinfektionen um Infektionen mit Erregern aus der Gruppe der Dermatophyten (Kumar & Kimball 2009), von denen in Deutschland *Trichophyton rubrum* ein besonders häufiger Verursacher von Fuß- und Nagelpilz ist. Dermatophyten verstoffwechseln Keratin, das sowohl in abgestorbenen Zellen der obersten Hautschicht, im Stratum corneum (Hornhaut), als auch im Nagelmateriale reichlich vorhanden ist.

Für die Behandlung von Haut- oder Nagelpilzinfektionen steht eine Reihe an Arzneistoffen zur Verfügung. Alle sind kleine Moleküle und besitzen lipophile

* Der Vortrag wurde am 09.03.2018 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Eigenschaften (Mertin & Lippold 1997). Ihr gemeinsames Wirkprinzip ist ein spezifischer Eingriff in Stoffwechselvorgänge der Erreger, ohne humane Zellen zu schädigen. Antimykotika werden als Lösungen, Emulsionen oder Cremes formuliert, mit denen eine Hautmykose in einer meist mehrwöchigen Therapie erfolgreich behandelt werden kann. Nicht oder unzureichend behandelte Pilzinfektionen der Haut können hingegen auf den Nagel übergreifen. Bei einem Drittel der Pilzinfektionen sind Haut und Nagel gleichzeitig betroffen (Szebietowski et al. 2006). Eine Onychomykose benötigt erheblich längere Zeit bis zur Eradikation der Pilzinfektion, insbesondere wenn Fußnägel befallen sind, die relativ langsam wachsen (durchschnittlich 2-3 mm/Monat) (Gupchup & Zatz 1999). Die Erneuerung eines Großzehennagels dauert beispielsweise bis zu einem Jahr, während die Hautoberfläche innerhalb von 14 Tagen komplett erneuert wird (Reddy et al. 2000). Außerdem ist zu berücksichtigen, dass Haut und Nagel unterschiedlich aufgebaut sind und die Formulierung des Antimykotikums auf diese unterschiedliche Struktur abgestimmt sein muss, damit der Arzneistoff im infizierten Gewebe verfügbar wird. Der Nagel hat aufgrund seines bis zu 25%igen Hydratationsgrades und eines nur 0,1-1%igen Lipidanteils (Walters et al. 2012) vorwiegend hydrophile Eigenschaften und gilt als eine hydrophile Gelmembran mit einer ebenfalls vorhandenen lipophilen Route (Kobayashi et al. 1999). Die oberste Schicht der Haut, das Stratum corneum (Hornhaut), ist deutlich lipophiler und wird als eine lipophile Verteilungsmembran angesehen (Selzer et al. 2013).

Bisher sind keine antimykotisch wirkenden Formulierungen kommerziell erhältlich, die zur simultanen Therapie von Haut- und Nagelpilz zugelassen sind. Die Herausforderung ist es, Formulierungen zu entwickeln, die den enthaltenen Arzneistoff sowohl für infizierte Haut als auch für infiziertes Nagelmaterial verfügbar machen. Dies würde eine patientenfreundlichere Anwendung nur eines Arzneimittels gegenüber der Verwendung verschiedener Formulierungen bedeuten. Eine in meiner Arbeitsgruppe entwickelte geeignete Formulierung wurde zum Patent angemeldet, ist seit 2017 als Rezepturgrundlage in das NRF (Neues Rezeptur-Formularium) aufgenommen worden und steht allen Apotheken für individuelle Rezepturanfertigungen zur Verfügung.

Die entwickelte Formulierung ist eine flüssige Emulsion bei niedrigen Temperaturen wie Kühlschranktemperatur. Bei Temperaturerhöhung oberhalb von ca. 12–15°C geliert die Emulsion zu einem System mit cremartiger Konsistenz. Diese ungewöhnliche Verfestigung bei Temperaturerhöhung – schließlich schmelzen bzw. verflüssigen sich feste Systeme üblicherweise bei Temperaturerhöhung – hat die Kennzeichnung als „Thermogel“ veranlasst. Sowohl im flüssigen als auch im gelierten Zustand der Formulierung ist der antimykotisch wirkende Arzneistoff in der gewählten Konzentration gut löslich und damit schnell und einfach einarbeitbar. Direkt aus der Kühlung entnommen kann die Formulierung auf die infizierte Stelle aufgesprüht oder aufgepinselt werden, läuft aufgrund ihrer temperaturbeeinflussten Verfestigung nicht ab und verbleibt punktgenau am Applikationsort. Alternativ

Prozentuale Zusammensetzung des Thermogels

Poloxamer 407	20
Mittelkettige Triglyceride	5
Isopropanol	12,5
Propylenglykol	12,5
Gereinigt. Wasser	50



Flüssig bei 4°C



Halbfest bei 20°C

kann das bei Raumtemperatur verfestigte Thermogel auch manuell aufgetragen und eingerieben werden. Nach der Applikation auf Haut und Nagel setzt das Thermogel das eingearbeitete Antimykotikum frei und fördert dessen Eindringen in die jeweiligen Gewebeschichten sowohl der Haut als auch des Nagels (Lusiana & Müller-Goymann 2011).

Zur Untersuchung des Penetrations- und Permeationsvermögens von arzneistoffhaltigen Formulierungen werden in der präklinischen Phase der Arzneimittelentwicklung Humanhautspenden aus der plastischen Chirurgie eingesetzt. Nagelspenden sind hingegen aus verständlichen Gründen nicht von lebenden sondern höchstens von verstorbenen Spendern verfügbar und aufgrund ihrer Wölbung auch kaum für ex vivo Untersuchungen geeignet. Als akzeptiertes Modell des humanen Nagels gelten passend zugeschnittene Rinderhufplättchen mit einer Dicke von ca 100 µm. Als Alternative wurden Keratinplättchen aus natürlich blondem bzw. ergrauten Humanhaar von uns entwickelt (Lusiana et al. 2011). Am Beispiel beider Nagelmodelle konnte gezeigt werden, dass der Arzneistoff Terbinafinhydrochlorid in 1%iger Konzentration aus dem Thermogel in herausragender Weise durch das Nagelmodell permeiert und damit *in vivo* auch das Gewebe unter der Nagelplatte erreichen sollte. Außerdem reichert sich der Arzneistoff im Nagelmodell selbst an und bietet so die Voraussetzung zuverlässig *Trichophyton rubrum* Mikroorganismen abzutöten.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde ein infiziertes Nagelmodell auf Basis sowohl von Rinderhufplättchen als auch von Keratinfilmern aus Haarkeratin entwickelt (Lusiana et al. 2013). Dazu wurden aktivierte *Trichophyton rubrum* Mikroorganismen für eine Infektion der beiden Nagelmodelle verwendet, nach ausreichender Inkubation auf frisches Nährmedium umgesetzt und nach Applikation des mit 1% Terbinafinhydrochlorid beladenen Thermogels auf dessen pilzabtötende

Effekte untersucht. Terbinafinhydrochloridhaltiges Thermogel ist zur Abtötung der Mikroorganismen im infizierten Nagelmodell herausragend geeignet und schneidet teilweise besser ab als zugelassene Formulierungen mit anderen Arzneistoffen in deutlich höherer Konzentration (Täuber & Müller-Goymann 2014). Es stellt damit eine neuartige Therapiemöglichkeit der Onychomykose dar, weil äußerlich anzuwendende Formulierungen mit dem Arzneistoff Terbinafinhydrochlorid nicht im Markt für die Nagelpilzbehandlung zugelassen sind. Stattdessen müssen betroffene Patienten Tabletten mit Terbinafin-HCl einnehmen, die als systemische Therapie und aufgrund damit verbundener erhöhter Dosierung des Arzneistoffs unerwünschte Nebenwirkungen zur Folge haben können.

Im Vergleich mit kommerziellen Formulierungen zur Behandlung von Hautpilz schneidet das Thermogel mit einem Gehalt von 1% Terbinafinhydrochlorid gleich gut bis besser ab – sowohl die Ex-vivo-Permeationsfähigkeit des Arzneistoffs durch die oberen Hautschichten humaner Hautspenden als auch die fungizide Effizienz in einem infizierten Stratum corneum Modell betreffend (Täuber & Müller-Goymann 2015C). Als Fazit der Untersuchungen ergibt sich die Möglichkeit, mit dem 1% Terbinafinhydrochlorid enthaltenden Thermogel simultan Haut- und Nagelpilz therapieren zu können (Täuber & Müller-Goymann 2015D).

Die Untersuchungen wurden auf ein weiteres Antimykotikum (Ciclopiroxolamin) ausgedehnt. Äußerlich anzuwendende Formulierungen dieses Arzneistoffs sind zur Therapie von einerseits Haut- und andererseits von Nagelpilzinfektionen zugelassen und kommerziell als Medikamente verschreibungsfrei erhältlich. Allerdings unterscheiden sich die Arzneistoffkonzentrationen und die Art der Formulierung – je nachdem, ob eine Haut- oder Onychomykose zu behandeln ist. So werden gegen Onychomykose mit ca 8% erheblich höhere Konzentrationen als bei einer Hautmykose (ca 1% Ciclopiroxolamin) eingesetzt. Aufbauend auf den herausragenden Ergebnissen des Thermogels mit Terbinafinhydrochlorid stellte sich die Frage, ob ein ca. 1% Ciclopiroxolamin enthaltendes Thermogel sich für eine simultane Therapie von Haut- und Nagelpilz eignet bzw. wie es im Vergleich mit kommerziellen Formulierungen mit teilweise höherer Arzneistoffkonzentration abschneidet. Auch für diesen Arzneistoff bestätigt sich die Überlegenheit bzw. Gleichwertigkeit des Thermogels zur Onychomykose- bzw. Hautpilzbehandlung im infizierten Nagelmodell sowie im infizierten Hornhautmodell im Vergleich mit kommerziell zugelassenen Formulierungen. Hier ist hervorzuheben, dass ein Thermogel mit einem nur 1% igen Ciclopiroxolamingehalt gleich gute Ergebnisse hinsichtlich effizienter Pilzabtötung erzielt wie ein kommerzieller Nagellack mit 8% Arzneistoffgehalt (Täuber & Müller-Goymann 2015C). Dieses Ergebnis ist im Kontext des Penetrations- und Permeationsvermögens des Arzneistoffs aus dem Thermogel zu sehen (Täuber & Müller-Goymann 2015A). Auch für diesen Arzneistoff ist als Fazit zu ziehen, dass eine simultane Behandlung von Onychomykose und Hautpilz möglich ist (Täuber & Müller-Goymann 2015B und D).

Literatur

- GUPCHUP, G. & J. ZATZ (1999): Structural characteristics and permeability properties of the human nail: A review. – J. Cosmet. Sci. **50**: 363–385.
- HAVLICKOVA, B., V. CZAICA & M. FRIEDRICH (2008): Epidemiological trends in skin mycoses worldwide. – Mycoses **51**: 2–15.
- KOBAYASHI, Y., M. MIYAMOTO, K. SUGIBAYASHI & Y. MORIMOTO (1999): Drug permeation through the three layers of the human nail plate. – J. Pharm. Pharmacol. **51**(3): 271–278.
- KUMAR, S. & A.B. KIMBALL (2009): New antifungal therapies for the treatment of onychomycosis. – Expert Opin Invest Drugs **18**(6): 727–734.
- LUSIANA, S. REICHL & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2011): Keratin film made of human hair as a nail plate model for studying drug permeation. – Eur. J. Pharm. Biopharm. **78**: 432–440.
- LUSIANA & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2011): Preparation, characterization, and in vitro permeation study of terbinafine HCl in poloxamer 407-based thermogelling formulation for topical application. – AAPS PharmSciTech **12**(2): 496–506.
- LUSIANA, S. REICHL & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2013): Infected nail plate model made of human hair keratin for evaluating the efficacy of different topical antifungal formulations against *Trichophyton rubrum* in vitro. – Eur J. Pharm. Biopharm. **84**(3): 599–605.
- MERTIN, D. & B.C. LIPPOLD (1997): In-vitro permeability of the human nail and of a keratin membrane from bovine hooves: prediction of the penetration rate of antimycotics through the nail plate and their efficacy. – J. Pharm. Pharmacol. **49**(9): 866–872.
- Neues Rezeptur Formularium, <https://dacnrf.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=674> Aufruf am 10.01.2019.
- REDDY, M., R. GUY & A. BUNGE (2000): Does Epidermal Turnover Reduce Percutaneous Penetration? – Pharm. Res. **17**: 1414–1419.
- SELZER, D., M.M.A ABDEL-MOTTALEB, T. HAHN, U.F. SCHAEFER & D. NEUMANN (2013): Finite and infinite dosing: Difficulties in measurements, evaluations and predictions. – Adv. Drug. Delivery. Rev. **2**: 278–294.
- SZEPIETOWSKI, J.C., A. REICH, E. GARLOWSKA, M. KULIG & E. BARAN (2006): Factors influencing coexistence of toenail onychomycosis with tinea pedis and other dermatomycoses: A survey of 2761 patients. – Arch. Dermatol. **142**: 1279–1284.
- TÄUBER, A. & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2014): Comparison of the antifungal efficacy of terbinafine hydrochloride and ciclopirox olamine containing formulations against the dermatophyte *Trichophyton rubrum* in an infected nail plate model. – Mol. Pharm. **11**(7): 1991–1996.
- TÄUBER, A. & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2015, 2015A): In vitro permeation and penetration of ciclopirox olamine from poloxamer 407-based formulations – comparison of isolated human stratum corneum, bovine hoof plates and keratin films. – Int. J. Pharm. **489**: 73–82.

TÄUBER, A. & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2015, 2015B): Simultaneous topical antifungal skin and nail therapy: A Prospective Treatment Option? – *Akt. Dermatol.* **41**: 418–424.

TÄUBER, A. & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2015, 2015C): In vitro model of infected stratum corneum for the efficacy evaluation of poloxamer 407-based formulations of ciclopirox olamine against *Trichophyton rubrum* as well as differential scanning calorimetry and stability studies. – *Int. J. Pharm.* **494**: 304–311.

TÄUBER, A. & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2015, 2015D): One for two – one medicine against two diseases. <http://atlasofscience.org/one-for-two-one-medicine-against-two-diseases/>.

TÄUBER, A. & C.C. MÜLLER-GOYMANN (2016): In vitro evaluation of the antifungal efficacy of poloxamer 407-based formulations in an infected nail plate model. – *Int. J. Pharm.* **505**(1–2): 20–23.

WALTERS, K.A., H.M. ABDALGHAFOR & M.E. LANE (2012): The human nail – Barrier characterisation and permeation enhancement. – *Int. J. Pharm.* **435**: 10–21.

Prävention von Scheidung: Ergebnisse einer 25-Jahres Follow-up Studie*

KURT HAHLOWEG

Institut für Psychologie, Abteilung für Klinische Psychologie, Psychotherapie und Diagnostik,
TU Braunschweig, Humboldtstr. 33, DE-38106 Braunschweig, E-Mail: k.hahlweg@tu-bs.de.

1.0 Einleitung

Menschen kommen mit der Sehnsucht nach Bindung auf die Welt. Jeder wünscht sich einen Partner, der „ideal“ zu ihm passt, der möglichst nur für ihn allein da ist und von dem er in jeder Hinsicht begeistert ist. Die Hoffnung, in einer festen Partnerschaft¹ Geborgenheit, Wertschätzung und Zärtlichkeit zu erleben, ist universell (Buss 2004) und fast jeder macht im Laufe seines Lebens die Erfahrung einer intimen Partnerschaft. So kommt es auch, dass in allen Umfragen zur Lebenszufriedenheit Liebe, Partnerschaft und Familie mit 80% als zentrale Faktoren für Wohlbefinden an erster Stelle stehen, erst danach gefolgt von Gesundheit, Beruf oder Einkommen (Allensbach 2016). Mit dem Begriff ‚Familie‘ verbindet dabei die Mehrheit der Befragten in erster Linie Geborgenheit, Liebe, Verständnis und gegenseitige Hilfe und nicht etwa materielle Absicherung. Geht die Hoffnung auf partnerschaftliches Glück in Erfüllung, so ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für psychische Stabilität und Zufriedenheit gegeben.

Gleichzeitig kann sich der Lebensbereich Partnerschaft in eine der schlimmsten Leidensquellen schlechthin verwandeln. Grund dafür kann der Verlust des Partners sein, aber auch eine destruktive Veränderung der Beziehung. Wenn die Partnerschaft zerbricht – wie es bei mittlerweile ca. 40% aller Ehen der Fall ist – bedeutet dies fast immer eine massive persönliche Krise für die Betroffenen, begleitet von depressiven Einbrüchen, Angstzuständen und dem Verlust an Lebensperspektive.

* Der Vortrag wurde am 13.04.2018 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

¹ Ehe und Partnerschaft werden synonym gebraucht, wie auch Paar-, Ehetherapie und -beratung.

1.1 Familie in Deutschland 2018

In Deutschland ist die Familienform der verheirateten Eltern mit Kindern nach wie vor am weitesten verbreitet (2015:69% aller Paare). Dabei hat jede dritte Familie mit minderjährigen Kindern einen Migrationshintergrund (BMFSFJ 2017). Ca. 26% der Verheirateten sind kinderlos, von den Paaren mit Kindern haben 47% ein Kind, 41% zwei und 12% drei oder mehr. Die Anzahl unehelicher Geburten hat kontinuierlich zugenommen: 1970 wurden 7% der Kinder unehelich geboren, 1990 15% und 2010 33%. Deutlich zugenommen haben die nichtehelichen Lebensgemeinschaften („Lebensabschnittspartner“), deren Anzahl sich in den vergangenen 20 Jahren auf 843.000 (10% aller Paare) fast verdoppelt hat. Die Anzahl der Alleinerziehenden liegt bei 2.6 Mill. (20% aller Eltern mit Kindern); 2017 wuchsen 2.4 Mill. der insgesamt 15 Millionen minderjährigen Kinder bei nur einem Elternteil auf. Das mittlere Heiratsalter in Deutschland ist kontinuierlich gestiegen. Betrug es 1990 noch 29 Jahre für Männer und 26 Jahre für Frauen, lag es 2015 bei 34 bzw. 31 Jahren (Statistisches Bundesamt 2016).

1.2 Trennung und Scheidung

Repräsentative internationale Studien mit Stichproben von frisch verheirateten Paaren zeigen, dass 80–85% der Befragten sehr zufrieden mit ihrer aktuellen Beziehung sind. Allerdings tendieren zufriedene Paare dazu, die Zukunft ihrer Beziehung unrealistisch positiv zu beurteilen („rosa-rote Brille“). So schätzte z.B. die Mehrheit der glücklich verheirateten Paare, allen Angaben über hohe Scheidungszahlen zum Trotz, die Wahrscheinlichkeit einer Scheidung der eigenen Ehe mit *Null* ein (Fowers et al. 1996). Mit zunehmender Beziehungsdauer zeigen die meisten Paare jedoch eine deutliche Abnahme ihrer Beziehungszufriedenheit über die Zeit. In der Regel zeigt sich in 10-Jahres-Längsschnittstudien eine relativ steile Abnahme der Beziehungszufriedenheit in den ersten 4 Ehejahren, dann eine Abflachung der Kurve und eine weitere stärkere Abnahme nach ca. 8 Jahren (Bodenmann 2016). In der Bundesrepublik Deutschland (wie auch in Österreich und der Schweiz) ist die *Scheidungsquote* seit den 1960er Jahren deutlich gestiegen. Im Jahr 2017 endeten bei 408.000 neuen Eheschließungen 153.000 Ehen durch Scheidung (Quote 38%), wobei prozentual die meisten Ehen im sechsten Ehejahr geschieden wurden. Die durchschnittliche Ehedauer der geschiederten Beziehungen lag bei 14.7 Jahren (Statistisches Bundesamt 2018). Obwohl für die meisten Partner eine Scheidung eines der schmerzhaftesten Lebensereignisse darstellt, heiraten ca. 75% der Geschiedenen erneut, drei Viertel davon innerhalb von 3 Jahren. Leider ist eine Scheidung in der Vergangenheit kein Garant dafür, dass die nächste Ehe gelingt. Ganz im Gegenteil ist die Scheidungsrate bei solchen Paaren noch höher als bei Erstverheirateten. In den USA ist jede zweite Ehe für mindestens einen Partner eine Wiederheirat (Job et al. 2014).

Unabhängig von der offiziellen Scheidungsquote wird die *Trennungsrate* unverheirateter zusammenlebender Paare noch höher geschätzt. In England waren nach fünf Jahren Partnerschaftsdauer nur noch ca. 20% der Paare zusammen, nach 10 Jahren nur noch ca. 10%. Eckhard (2015) ermittelte die Trennungs- und Scheidungsrate bei 6-jähriger Beziehungsdauer bezogen auf das Geburtsjahr bei deutschen Paaren. Diese betrug 23% bei in den 50er Jahren geborenen Personen, 31% bei den in den 60er und 46% bei den in den 70er Jahren Geborenen. Die Auswirkungen auf die Kinder unverheirateter Paare sind beunruhigend: Daten aus der UK Millenium-Cohort-Study zum Auseinanderbrechen von Familien zeigten, dass sich 35% der unverheirateten Eltern vor dem fünften Geburtstag ihres Kindes trennten – im Vergleich zu 9% bei verheirateten Paaren (Callan et al. 2006).

Aus soziologischer Sicht (König 1978) werden Auflösungstendenzen der Ehe vor allem aus dem beobachtbaren Funktionswandel abgeleitet. Wurden im Verlauf der industriellen Revolution Ehen noch unter dem Gesichtspunkt der Produktionsgemeinschaft und der materiellen Existenzsicherung geschlossen, so werden Ehen heute vorrangig unter der Prämisse gegenseitiger emotionaler Unterstützung eingegangen, mit diesbezüglich hohen gegenseitigen Erwartungen, an deren Erfüllung viele Paare scheitern. Andere Umstände, wie die erhöhte Lebenserwartung der Partner mit der einhergehenden längeren Partnerschaftsdauer (eine Ehe dauerte 1850 durchschnittlich 20, heute 50 Jahre), veränderte Rollenverteilungen zwischen Männern und Frauen, die finanzielle Stellung der Frauen, die „Pille“, Veränderungen im Scheidungsrecht, um nur einige zu nennen, werden ebenfalls als Einflussfaktoren diskutiert.

1.3 Folgen von Trennung und Scheidung

Die Daten zu Scheidung und Scheidungsfolgen sind nicht so zu interpretieren, dass Scheidung generell vermieden werden sollte. Chronische Partnerschaftskonflikte können häufig sogar stärkere Auswirkungen auf die psychische und physische Gesundheit der Familienmitglieder als eine Scheidung haben. So zeigt die Forschung übereinstimmend, dass nicht erst die Scheidung als solche, sondern die bereits längerfristig bestehenden Beziehungskonflikte und die familiäre Zerrüttung im Vorfeld der Trennung oder Scheidung positiv mit psychischen Störungen korreliert, und es Kindern, deren Eltern zuhause starke Konflikte austragen, bereits vor der Scheidung schlechter geht als Kindern in intakten Familien. Eine Scheidung kann, wenn eine Beziehungsverbesserung nicht zu erreichen ist, ein „Ende des Schreckens“ bedeuten statt eines „Schreckens ohne Ende“ und somit auch Ziel einer Paarberatung sein.

Scheidung gehört jedoch zu den am meisten belastenden Ereignissen im menschlichen Leben. „Eine Scheidung bedeutet meist den schmerzhaften Zusammenbruch eines Lebensentwurfs, stellt für viele einen Scherbenhaufen des bisherigen Lebens dar und geht mit Diskontinuität und Neuorientierung als Adaptationsanforderungen

einher“ (Bodenmann 2016, S. 207). Wer in seiner Beziehung scheitert, erlebt einen schmerzlichen und schwer zu bewältigenden Trennungsprozess, der leider oftmals nie ganz zu Ende gebracht werden kann. Nach der Scheidung ist das Befinden der Partner meist schlechter. Soziale Unterstützung und das Freundesnetz nimmt ab, das Einkommen wird geringer, die Verschuldungswahrscheinlichkeit nimmt zu und Wohnortswechsel in Gebiete mit schlechterer soziodemographischer Lage werden wahrscheinlicher. Die empirische Evidenz für die Kurz- und Langzeitfolgen von Partnerschaftskonflikten, Trennung und Scheidung ist umfangreich und international gut repliziert. So lassen sich für die betroffenen Partner immer wieder Zusammenhänge mit zahlreichen psychischen und physischen Störungen nachweisen.

Psychische Störungen. Nach den Literaturübersichten von Amato (2010) und Bodenmann (2016) berichten geschiedene Partner im Vergleich mit zusammenlebenden Partnern/Verheirateten eine signifikant niedrigere Lebenszufriedenheit, häufigere Suizide, höheren Alkoholkonsum, mehr sexuelle Funktionsstörungen (Erektionsprobleme, Libidoverlust), Schlafstörungen und soziale Isolation. Das Risiko, eine Depression zu entwickeln, steigt um 188% bei einer Effektstärke von $d = 0.56$. Bei Geschiedenen kommt es auch wesentlich häufiger zu stationären, psychiatrischen Aufnahmen als bei Verheirateten (Männer: 7:1, Frauen: 3:1). Scheidung geht mit einem erhöhten Gewaltrisiko (körperliche Angriffe, Verletzungen, Tötungsdelikte, „Stalking“) einher.

Physische Störungen. Die Auswirkungen von Trennung und Scheidung wurden umfangreich untersucht. Geschiedene wiesen mehr chronische somatische Beschwerden auf (z.B. Diabetes, Krebs, Herz- und Lungenerkrankungen) und hatten mehr Mobilitätseinschränkungen als Verheiratete. Geschiedene Frauen hatten schlechtere qualitative Immunparameter, sie wiesen höhere Blutdruckwerte sowie mehr koronare Herzerkrankungen auf als mit ihrer Beziehung Zufriedene (Kiecolt-Glaser & Newton 2001, Orth-Gomer et al. 2000, Robles et al. 2014). In einer Metaanalyse von Sbara et al. (2011), in die 32 Studien mit 6.5 Mill. Personen eingingen, zeigte sich, dass Getrennte und Geschiedene im Vergleich zu Verheirateten ein signifikant höheres Risiko hatten, vorzeitig zu sterben (*Odds-Ratio* = 1.23).

Der kausale Zusammenhang zwischen physischer Krankheit und Beziehungsstörung ist vermutlich bidirektional: So wirkt sich die Beziehungsqualität auf verschiedene Gesundheitsverhaltensweisen wie Rauchen und Alkoholkonsum aus, die wiederum Einfluss auf die physische Gesundheit nehmen können. Die Art der partnerschaftlichen Interaktion beeinflusst möglicherweise die Einhaltung ärztlicher Anordnungen und damit die Besserungschancen erkannter Gesundheitsprobleme. Im Gegensatz dazu können unterstützende und belohnende Paarbeziehungen als Puffer gegenüber negativen Lebensereignissen fungieren, was die negativen Gesundheitseinflüsse dieser Stressoren reduzieren kann.

Folgen für die Kinder. Während eine positive und liebevolle Beziehung der Eltern zueinander ein geringes Niveau an Verhaltensproblemen der Kinder in Kindheit

und Jugend vorhersagt, sind chronische Konflikte der Eltern mit gegenwärtigen und zukünftigen Anpassungsproblemen der Kinder verbunden. Eltern in konfliktreichen Beziehungen greifen in ihrem Erziehungsverhalten eher zu unangemessen harten Disziplinierungsmaßnahmen und zeigen vergleichsweise wenig liebevolle Zuwendung, Akzeptanz und Unterstützung ihren Kindern gegenüber. Das Ausmaß der Beeinträchtigung der Kinder hängt dabei vom Schweregrad der partnerschaftlichen Auseinandersetzungen ab, so dass Kinder, die häufigen, intensiven und offenen, körperlich-aggressiven Konflikten ausgesetzt sind, stärkere Anpassungsprobleme aufweisen. Diese äußern sich in aggressivem und oppositionellem Verhalten oder in Angst, Depression, somatischen Beschwerden, geringerem Selbstwertgefühl, schlechteren Schulleistungen und häufigerem Wiederholen der Klasse, höheren Fehlraten in der Schule und ungünstigerem Sozialverhalten (Bodenmann 2016, Sanders 2014). Diese Auffälligkeiten können bis ins Erwachsenenalter bestehen bleiben und zu weiteren Problemen führen wie zu einem niedrigeren Schul- und Berufsabschluss, häufigerer Straffälligkeit, erhöhtem Alkoholkonsum und einem erhöhten Risiko, später selbst geschieden zu werden (Brown 2010, Hetherington & Elmore 2004).

Volkswirtschaftliche Kosten. Neben den individuellen Folgen für die Betroffenen sind Partnerschaftsunzufriedenheit, Trennung und Scheidung auch mit hohen volkswirtschaftlichen Kosten verbunden. Diese entstehen u.a. durch Behandlungskosten, Krankheitsabsenzen, Produktivitätseinbußen sowie die Inanspruchnahme von sozialen oder rechtlichen Diensten, die von den Partnern und vom Staat getragen werden müssen (Andreß 2004, Caldwell et al. 2007).

Armut. In Deutschland lebten 2017 rund 2,4 Millionen Alleinerziehende. Das Leben nach einer Trennung ist erheblich teurer, da der Unterhalt zweier getrennter Haushalte sehr viel höher zu veranschlagen ist als der Unterhalt eines gemeinsamen Haushalts. Die ökonomischen Konsequenzen von Trennung und Scheidung fallen für Männer und Frauen unterschiedlich aus. Wenn Kinder zu versorgen sind, ist der Einkommensbedarf des betreuenden Elternteils höher, in 89% das der Mutter. Gleichzeitig sind die Erwerbsmöglichkeiten aufgrund der Kinderbetreuung häufig beschränkt. Darüber hinaus ist das Risiko groß, dass der betreuende Elternteil nicht die Hälfte der Kinderbetreuungskosten vom jeweils anderen Elternteil erhält (Andreß, 2004). Die Einkommenslücke der Frauen muss durch öffentliche Transfers gefüllt werden. In Deutschland droht deshalb Kindern von getrennt lebenden Eltern häufiger ein Leben in Armut als Gleichaltrigen in Paarfamilien. Ca. 2.4 Millionen Kinder wachsen in einer sogenannten Ein-Eltern-Familie auf und ca. 1 Million lebt von Hartz IV (Andresen & Galic 2015). Insgesamt sind 21% der Kinder dauerhaft von Armut betroffen, was negative Auswirkungen auf den Schulerfolg und den Gesundheitsstatus hat. Die Armutsrisikoquote von Alleinerziehenden beträgt 68% und liegt damit deutlich höher als die von Paaren mit ein (13%) und zwei Kindern (16%)(Garbuszus et al. 2018).

2.0 Vorhersage von Scheidung

Was zeichnet nun eine gelungene und was eine unglückliche Partnerschaft aus und warum geht dieses Projekt Beziehung, das meistens für das ganze Leben geplant war, so häufig schief?

Liebe und Bindung sind zwar wichtige Faktoren bei der Etablierung einer festen Beziehung, sie garantieren jedoch offenkundig nicht, dass die Partnerschaft von beiden Beteiligten auf die Dauer als befriedigend erlebt wird. Andere Faktoren, die sich aus empirischen Studien ergeben, müssen außerdem berücksichtigt werden. So zeigte sich in einer 20-Jahres-Längsschnittstudie von Kamp Dush et al. (2008) an 2.000 Partnern, dass die meisten Paare glücklich gestartet waren, jedoch nur 38% der Paare ihre Partnerschaftszufriedenheit über die gesamte Dauer der Untersuchung (1979–1999) auf hohem Niveau halten konnten. Bei den meisten Paaren zeigte sich eine graduelle Abnahme der Partnerschaftszufriedenheit. Die Gruppe der sehr zufriedenen Paare blieb über die gesamte Studiendauer auf relativ hohem Niveau und zeichneten sich durch folgende Merkmale aus: Hohe Lebenszufriedenheit, egalitäre Rollenverteilung und Entscheidungsprozesse, religiöse Orientierung und traditionelle Einstellungen zur Ehe. In einer Übersicht von Bodenmann (2016) fanden sich in weiteren quantitativen Längsschnittstudien als Prädiktoren für Langzeitpartnerschaften „neben überdauernd hohen Zufriedenheitswerten vor allem ein starkes, lebenslanges *Commitment* zur Ehe, ausgeprägte Loyalität zwischen den Partnern, hohe moralische Werte, Respekt gegenüber dem Partner als engstem und bestem Freund und sexuelle Treue“ (S. 33).

2.1 Verschlechterung einer Beziehung

In früheren Störungsmodellen, die überwiegend von psychoanalytischen Vorstellungen ausgingen, wurde angenommen, dass die Gründe für eine Beziehungsverschlechterung durch eine neurotische Partnerwahl bzw. eine mangelnde Passung zu erklären seien. Heute werden vor allem kognitiv-verhaltenstheoretische und stresstheoretische Modelle zu Grunde gelegt, die eine Fülle von empirischen Untersuchungen zur Folge hatten. Danach spielen bei der Verschlechterung einer Beziehung behaviorale (Kompetenzdefizite, Verstärkererosion), emotionale (negative klassische Konditionierung auf Grund häufiger Auseinandersetzungen) und kognitive Faktoren (unrealistische, negative Erwartungen und Attributionsprozesse) eine Rolle.

Kompetenzdefizite: Da die meisten Partnerschaften mit einer hohen Zufriedenheit beginnen und demnach zu Beginn gekennzeichnet sind von positiver Reziprozität und adäquater Konfliktlösung, stellt sich die Frage, wie sich der (häufig relativ rasche) Zusammenbruch dieser positiven Charakteristika und das Aufschaukeln der negativen Eskalation in einer Beziehung erklären lässt. Die erste Erklärungsmöglichkeit wäre, dass ein oder beide Partner starke Defizite im Verhaltensrepertoire aufweisen,

was bedeuten würde, dass sie keine adäquaten Fertigkeiten für die Beziehungsgestaltung und die Konfliktlösung in der Beziehung gelernt haben. Dies mag auf einen gewissen Prozentsatz zutreffen; bei der Mehrheit der unzufriedenen Paare scheint es hingegen so zu sein, dass die Fertigkeiten durchaus im Repertoire vorhanden sind, dass sie auch in frühen Phasen der Beziehung eingesetzt wurden, jedoch im weiteren Verlauf seltener oder gar nicht mehr dem Partner gegenüber gezeigt werden.

Verstärkererosion: Bei vielen Paaren kommt es im Verlauf ihrer Beziehung zunehmend zu negativen Interaktionen beider Partner und die Wahrnehmung der Partnerschaft wird kritischer, während gleichzeitig die Positivität abnimmt, indem gegenseitige Verstärker aufgrund der Habituation ihre Wirksamkeit verlieren. Zu Beginn als attraktiv und verstärkend erlebte Verhaltensweisen oder Attribute des Partners erodieren mit der Zeit. So verlieren die physische Attraktivität und Schönheit des Partners, sein Sex-Appeal und seine Ausstrahlung, sein Status und seine Finanzkraft, seine Intelligenz und Eloquenz, sein Humor, seine Großzügigkeit und Hingabe zunehmend an Attraktionswert. Was man anfangs als faszinierend und reizvoll erlebte, wird je länger je mehr als abgedroschen, alltäglich und vertraut erlebt und löst damit keine Verstärkung mehr aus, die ursprüngliche Faszination und Begeisterung weicht der Eintönigkeit und Monotonie (Bodenmann 2016). Die Verhaltensweisen bzw. Reize beider Partner verlieren ihre *Verstärkerwirksamkeit*. Sie sind zwar weiterhin vorhanden, büßen jedoch ihren Verstärkerwert ein und Unzufriedenheit und Enttäuschung nehmen zu. Je länger ein Paar zusammen ist, desto stärker wirkt sich die Gewöhnung aus, so dass Monotonie, Langeweile und Leere die Partnerschaft bestimmen.

Alltagsstress. Besonders Bodenmann (2016) hat auf die Bedeutung des paarexternen chronischen Alltagsstress als häufigem Auslöser für paarinterne Spannungen und Konflikte hingewiesen. Individuelle Konflikte außerhalb der Beziehung (tägliche Widrigkeiten) werden nach Hause gebracht und involvieren dann beide Partner, da ihnen oft die Fähigkeit zu dyadischem Coping fehlt. Der chronische paarexterne Stress unterminiert die Partnerschaftsqualität schleichend und häufig lange Zeit unbemerkt, unterhöhlt die Tragfähigkeit der Beziehung und führt schließlich zur emotionalen Entfremdung zwischen den Partnern. Vier Mechanismen spielen dabei eine Rolle:

1. *Weniger gemeinsame Zeit.* Chronischer Alltagsstress verringert die Zeit, die das Paar gemeinsam verbringt. Dies schwächt das „Wir-Gefühl“, die Partner sprechen weniger über ihre Ziele, Wünsche, Fantasien, Bedürfnisse, Sorgen wie auch ihre schönen und positiven Erlebnisse. Sie beginnen sich innerlich voneinander zu distanzieren, ihre sexuellen Kontakte nehmen ab und es können sich sexuelle Funktionsstörungen ausbilden.
2. *Dyadische Kommunikation verschlechtert sich.* Die partnerschaftliche Interaktion wird negativer und das Risiko für Eskalation und Gewalt steigt. Die Partner sind gereizter, brausen schneller auf, schimpfen häufiger oder gehen dem Partner aus

dem Weg, kapseln sich ab und ignorieren den Partner. Bodenmann (2000) zeigte, dass die Kommunikationsqualität des Paares unter Stress um rund 40% zurückgeht.

3. *Häufigere somatische und psychische Störungen.* Verspannungen, Rückenschmerzen, Verdauungsprobleme, Herz-Kreislauf-Störungen, Schlafstörungen, Angststörungen, Depressionen und somatoforme Störungen (Robles et al. 2014) nehmen zu.
4. *Mehr problematische Persönlichkeitszüge.* Partner verlieren unter Stress oft schneller die Fassung, werden intoleranter, egoistischer, rigider und weniger empathisch. Es fällt schwerer, die Fassade aufrecht zu erhalten und dem anderen etwas vorzumachen.

Chronischer Alltagsstress führt längerfristig zu Entfremdung, Zerrüttung, emotionaler Distanz und einer Abnahme der Zuneigung und Liebe. Man ist enttäuscht vom Partner, sieht seine Erwartungen nicht erfüllt, beginnt an der Partnerwahl zu zweifeln und fühlt sich von der Partnerschaft betrogen. Gleichzeitig zur Abnahme der Positivität aufgrund des Habituationsprozesses beginnt das Paar sich immer stärker durch Negativität gegenseitig zu kontrollieren und im Machtkampf auf die Durchsetzung und Befriedigung der eigenen Bedürfnisse zu drängen.

2.2 Scheidungserleichternde Bedingungen

Wird die Partnerschaft als unbefriedigend erlebt, kann ein einzelner Auslöser oder die Kombination mehrerer Ereignisse (Kennenlernen eines neuen Partners, Bekanntwerden der Affaire des Partners, Auszug der Kinder, Umzug) die labil gewordene Partnerschaft in eine Krise stürzen. Vor diesem Hintergrund ziehen die Partner nun Bilanz und die verschiedenen Nutzen- und Kostenaspekte werden gegeneinander abgewogen. *Scheidungserleichternd* sind zum Beispiel folgende Faktoren:

- a) gesellschaftliches Umfeld (liberales, anonymes oder städtisches Umfeld, in dem Scheidungen eher akzeptiert werden),
- b) familiäre Faktoren (Akzeptanz durch die Herkunftsfamilie und Verwandtschaft, Freundeskreis),
- c) ökonomische Unabhängigkeit (finanziell ausreichende Ressourcen nach der Scheidung),
- d) geringe Religiosität und
- e) Erwartung, in der neuen Situation glücklich zu werden.

2.3 Determinanten der Partnerschaftsqualität

Will man Paaren dabei helfen, eine zufriedenstellende Beziehung leben zu können, so stellt sich die Frage nach den dazu notwendigen Bedingungen – vor allem

solchen, die *prinzipiell veränderbar* sind. Es gibt viele Untersuchungen, in denen versucht wurde, die „Determinanten“ der Partnerschaftsqualität zu bestimmen, d.h. diejenigen Variablen zu identifizieren, mit denen man den stabilen Verlauf einer Ehe vorhersagen kann. Die Kenntnis solcher Variablen würde helfen, die Paare zu identifizieren, die ein hohes Scheidungsrisiko aufweisen, um ihnen möglichst frühzeitig scheidungspräventive Interventionen anzubieten.

In einer Meta-Analyse von 115 prospektiven Longitudinalstudien mit ca. 45.000 Paaren bestimmten Karney und Bradbury (1995) die prädiktive Validität verschiedener Determinanten der *ehelichen Stabilität*, gemessen zum Prä-Zeitpunkt. Die Effektstärke wird durch den Korrelationskoeffizienten r dargestellt und erlaubt die Abschätzung der durch die Variable erklärten Varianz. Betrachtet man die Ergebnisse, so ist offensichtlich, dass die meisten der untersuchten Variablen nur wenig Varianz der Ehestabilität erklären; dies gilt besonders für sozioökonomische (z.B. Alter $r = .07$, Schulbildung $r = .10$) und individuelle Variablen (z.B. Extraversion $r = -.09$, Depression $r = -.10$, Stress $r = -.14$) oder Ähnlichkeit der Persönlichkeit ($r = .11$).

Die Studien, in denen gezielt die Transaktionen der Partner untersucht wurden, ergaben die klarsten Ergebnisse: Deutliche Risikofaktoren sind eine hohe *Reziprozität beim Austausch negativer Kommunikationsvariablen* ($r = -.44$), d.h. in einer Diskussion werden negative Äußerungen wie Kritik oder Abwertung des einen Partners sofort mit Gegenkritik des anderen Partners beantwortet. Generell ist eine hohe Rate negativen kommunikativen Verhaltens ($r = -.40$) ein Risikofaktor, während eine hohe Rate positiver Kommunikation ($r = .40$) ein Schutzfaktor ist. Durch eine Reihe von Studien ist belegt, dass der Grad der Partnerschaftsqualität in hohem Ausmaß davon abhängt, inwieweit die Partner fähig sind, die Beziehung belohnend zu gestalten sowie Fertigkeiten der offenen Kommunikation und konstruktiven Problemlösung einzubringen (Heinrichs et al. 2008). Dies hat wichtige Implikationen für den therapeutischen Ansatz: Gegenstand der Intervention sind die konkreten Verhaltensweisen, welche die beiden Partner einbringen, sowie die Kognitionen und Emotionen, welche diese fördern oder hemmen.

2.3.1 Sprachgrundfrequenz als Prädiktor von Scheidung

In den Forschungsarbeiten zur Prädiktion von Scheidung wurde gezeigt, dass insbesondere das emotionale Erregungsniveau einer Person während einer partnerschaftlichen Konflikt Diskussion bedeutsam für den Verlauf einer Beziehung zu sein scheint. Emotionale Erregung bezeichnet Veränderungen im autonomen Nervensystem eines Individuums aufgrund des Erlebens von Emotionen, die sich in verschiedenen, komplex miteinander interagierenden Modalitäten wie der Psychophysiologie (z.B. erhöhter Blutdruck, Hautleitfähigkeit oder erhöhte Herzrate) oder aber auch dem Sprachsignal (z.B. Sprachproduktion und –ausdruck) niederschlagen.

In den letzten Jahren ist die Rolle von stimmlich in der Sprachgrundfrequenz (f_0) abgebildeter emotionaler Erregung in Problemdiskussionen zwischen Ehepartnern und verschiedenen Aspekten des partnerschaftlichen Funktionsniveaus intensiver untersucht worden.

Während der ersten Phase der Vokalisation (Phonation) werden Atemgase aus den Lungen freigesetzt. Der Kehlkopf reguliert den Strom der Luft und produziert so periodische Schwingungen („Vibrationen“) der Stimmlippen. Die Frequenz (Häufigkeit pro Zeiteinheit) dieser Schwingungen der Stimmlippen über dem zwischen ihnen bestehenden Spalt (der Stimmritze oder Glottis) im Kehlkopf ist das biologische Korrelat der Sprachgrundfrequenz (fundamental frequency f_0) und ist inter- und intraindividuell unterschiedlich. Sie steht in einem engen Zusammenhang mit der wahrgenommenen Tonhöhe. Höhere f_0 -Werte entsprechen einem höheren Ausmaß an emotionaler Erregung.

In einer Studie von Kliem et al. (2016) wurde die prädiktive Validität der f_0 zur Vorhersage der partnerschaftlichen Stabilität über 11 Jahren hinweg untersucht. Die Partner wurden vor ihrer Teilnahme an einem Präventionsprogramm gebeten, für 15 Minuten über einen ihrer Partnerschaftskonflikte zu sprechen, ihre Gedanken und Gefühle zu dem Thema zu äußern und zu versuchen, den Konflikt zu lösen. Basierend auf den Audioaufnahmen wurde mit Hilfe eines Software-Programmes die Sprachgrundfrequenz f_0 ermittelt. Weiterhin wurde vor und nach der Diskussion Herzrate, Blutdruck und Speichelcortisol gemessen. An $N=68$ Paaren konnte gezeigt werden, dass die Sprachgrundfrequenz zum Prä-Messzeitpunkt – unter Berücksichtigung anderer Prädiktoren wie psychophysiologische Maße, Cortisol und verbales und non-verbales Kommunikationsverhalten – bei Frauen signifikant Scheidung in einem 11-Jahreszeitraum vorhersagt. Für Männer wurde als einziger Prädiktor der Cortisolanstieg nach dem Konfliktgespräch signifikant.

In einer weiteren Langzeitstudie über 25 Jahre an $N = 72$ Paaren wurde der Sprachgrundfrequenz-Verlauf über die 15-minütige Konflikt Diskussion vor der präventiven Intervention untersucht, wobei die f_0 alle 25 Sekunden gemessen wurde. Männer, deren Frauen im Verlauf ansteigende f_0 -Werte zeigten (Weber et al. 2018), waren zu prä und auch noch 25 Jahre später unzufriedener mit ihrer Partnerschaft als Männer, deren Frauen keine solchen f_0 -Anstiege zeigten. Die Sprachgrundfrequenz konnte somit in zwei sehr unterschiedlichen Studien als valider Prädiktor für Unzufriedenheit und Scheidung identifiziert werden, zumindest gilt dies für Frauen.

2.3.2 Konjunktionen als Prädiktor von Scheidung

Durch Konjunktionen (*weil, als, aber, wenn, anstatt, wie wenn*) können Satzteile sinnvoll miteinander verknüpft und Beziehungen zwischen ihnen hergestellt werden. In einer Studie von Supke et al. (2018) wurde zum ersten Mal untersucht, ob sich

anhand von in Konfliktgesprächen verwendeten Konjunktionen die Scheidungswahrscheinlichkeit von Ehepaaren nach fünf und 25 Jahren vorhersagen läßt. Dazu wurden 172 Transkripte von $N = 65$ zu Beginn der Studie zufriedenen Paaren psycholinguistisch ausgewertet (Pennebaker et al. 2003) und die Häufigkeit von Konjunktionen bestimmt. Es konnte gezeigt werden, dass ein häufigerer Gebrauch von Konjunktionen ein signifikanter Prädiktor (im Sinne eines Schutzfaktors) für die Vorhersage der Scheidungswahrscheinlichkeit darstellt.

Konjunktionen sind ein Indikator für kompromissorientierte Konfliktlösung. Zufriedene Partner können so ihre Standpunkte in komplexer Weise darstellen. Sie können ihre Gedankengänge verknüpfen, die Kommunikation in Konfliktgesprächen verläuft kohärenter. In der Folge zeigt sich, dass beide Partner den Standpunkt des Anderen besser verstehen und sich so ein langfristig verständnisvollerer Interaktionsstil bei diesen Paaren einstellt. Werden Konjunktionen nur selten verwendet, steigt die Wahrscheinlichkeit für eine Scheidung signifikant.

Insgesamt erwiesen sich sowohl die Sprachgrundfrequenz als auch die psycholinguistische Analyse von Konjunktionen als objektive, reliable und valide Prädiktoren der Scheidungswahrscheinlichkeit. Die Konstruktvalidität mit psychophysiologischen Indikatoren (Herzrate, Blutdruck, Cortisol) und dem subjektiven und objektiven verbalen und nonverbalen Kommunikationsverhalten erscheint gegeben (Weusthoff, Baucom & Hahlweg 2013). Beide Maße sind ökonomisch und non-invasiv zu erfassen, benötigt wird nur ein Video- bzw. Audiorekorder, das Software-Programm PRAAT ist kostenlos im Internet erhältlich. Die Maße sind vom Sprecher nicht oder nur schwer willentlich beeinflussbar. Besonders interessant ist, dass die Maße auch im Nachhinein ausgewertet werden können, so dass – wie oben beschrieben – auch Archivdaten analysiert werden können.

3.0 Prävention von Partnerschaftsproblemen und Scheidung

Aktuelle Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass für eine erfolgreiche Prävention von Partnerschaftsproblemen insbesondere dem aktiven, handlungsorientierten Training partnerschaftlicher Kompetenzen (Kommunikation, Problemlösung, dyadisches Coping) große Bedeutung zukommt (Hahlweg et al. 2010). Frühzeitige Prävention (wenn das Paar noch glücklich ist oder sich in einem frühen Konfliktstadium befindet) kann eine Möglichkeit sein, den oben beschriebenen ungünstigen Entwicklungen effektiv vorzubeugen. Basierend auf den dort beschriebenen Ergebnissen aus der Risiko- und Schutzfaktorenforschung ist es das Ziel vieler Präventionsangebote, die Häufigkeit negativer Kommunikation während partnerschaftlichen Konflikt Diskussionen zu verringern und die Positivität zu erhöhen, um eine Problemlösung zu erleichtern (für einen Überblick über verschiedene Programme siehe Job et al. 2014a). Partnerschaftskonflikte stellen einen wichtigen Bestandteil des Zusammenseins dar. Ziel von Präventionsprogrammen ist nicht,

diese zu verhindern, sondern vielmehr die Kompetenzen des Paares für den Umgang mit zukünftigen Konflikten zu steigern.

In der Bundesrepublik Deutschland ist vor allem das *EPL* - Ein Partnerschaftliches Lernprogramm (Job et al. 2014b) verbreitet, das Ende der achtziger Jahre mit staatlichen und kirchlichen Mitteln in Anlehnung an das U.S.-amerikanische „Premarital Relationship Enhancement Program PREP“ (Markman et al. 1993) entwickelt wurde. Während des EPL-Trainings lernen Paare aktiv anhand von Sprecher- und Zuhörer-Regeln Gefühle offen anzusprechen, Erwartungen verständlich auszudrücken, einander zuzuhören und sich zu verstehen. Ein weiteres Programm ist „Paarlife“ (ehemals Freiburger Stresspräventionstraining für Paare, Bodenmann 2016), das neben einer Förderung der partnerschaftlichen Kommunikation und Problemlösung zum Ziel hat, das dyadische Coping der Partner zu verbessern.

Diese Programme können sowohl in der Gruppe als auch mit einem Paar einzeln in sechs zwei bis zweieinhalb Stunden umfassenden wöchentlichen Sitzungen oder an einem Wochenende (Samstag bis Sonntagnachmittag) durchgeführt werden. Die Gruppengrößen variieren zwischen drei bis acht Paaren mit einem Trainer für je zwei Paare. Die theoretischen Inhalte erarbeiten die Paare in der Großgruppe, um die vermittelten Fertigkeiten anschließend einzeln in separaten Räumen gemeinsam mit einem Trainer einzuüben.

Der EPL-Kurs ist in fünf Einheiten gegliedert, die systematisch aufeinander aufbauen, so dass die Paare Schritt für Schritt zum Kursziel hingeführt werden. In den ersten zwei Einheiten steht das Vermitteln und Einüben der grundlegenden Kommunikations- und Problemlösefertigkeiten im Mittelpunkt. Anhand von typischen Fehlern werden den Paaren Verhaltensweisen bewusst gemacht, die ihre Kommunikation erschweren könnten. Daraus werden beziehungsfördernde Gesprächsmuster abgeleitet und intensiv eingeübt. Die Teilnehmer lernen im Zweiergespräch mit ihrem eigenen Partner positive wie negative Gefühle und Wünsche konkret und in angemessener Form zu äußern, Probleme und Meinungsverschiedenheiten in fairer Weise anzugehen und – wenn möglich – zu lösen.

In den darauf folgenden Einheiten werden dann die erlernten Fertigkeiten an speziellen Themenkreisen angewandt und eingeübt. Im Einzelnen versuchen die Paare einen ihrer Konflikte zu lösen (3. Einheit), auszudrücken, welche Erwartung sie an ihre Partnerschaft haben (4. Einheit) und wie sie sich ihre erotische und sexuelle Begegnung vorstellen (5. Einheit). Im Zentrum jeder Sitzung steht jeweils das Paargespräch.

In der Regel berichten Paare nach der Teilnahme über eine hohe Zufriedenheit mit dem Programm. In einer Metaanalyse von Hawkins et al. (2008) wurde die Wirksamkeit von Präventionsprogrammen auf die Partnerschaftsqualität und die Kommunikation von Paaren in über 117 Studien untersucht. Für randomisiert-kontrollierte Studien fanden sich Effektstärken zwischen $d = 0.30$ und 0.44 . Studien

mit Nachkontrollen bestätigten die Stabilität der Befunde, da sich Prä bis 1-Jahr Follow-up Effektstärken zwischen $d = 0.40 - 0.45$ ergaben (Blanchard et al., 2009).

3.1. Langzeiteffekte präventiver Interventionen

Bei Präventionsprogrammen ist vor allem die Langzeiteffektivität von großem Interesse. Leider gibt es hier auch international nur wenige Studien, da häufig nur 1-Jahres-Katamnesen durchgeführt wurden. Nur in Deutschland liegen bisher längere Follow-ups von bis zu 25 Jahren vor.

Thurmaier et al. (1999) konnten in einer 5-Jahres-Follow-up-Studie an insgesamt 64 Paaren, die am Ehevorbereitungskurs EPL-I teilgenommen hatten, zeigen, dass die EPL-Paare im Verlauf aller Nacherhebungen mehr positive und weniger negative Kommunikation aufwiesen als die jeweiligen Vergleichspaare ($n=32$), die entweder eine andere, zeitlich ähnlich aufwändige oder keine Intervention erhielten. Die Partner waren im Mittel 27,5 Jahre alt, kannten sich durchschnittlich 3,5 Jahre und wollten kirchlich heiraten. Die Paare wurden gebeten, vor und nach dem EPL, nach 1,5, 3 und 5 Jahren im Videolabor über einen partnerschaftlichen Konflikt zu sprechen. Die Auswertung der Konfliktgespräche mit einem Kategoriensystem (KPI, Hahlweg, 2005) ergaben signifikante Unterschiede zugunsten der EPL-Gruppe: Nach der Teilnahme am EPL konnte eine deutlich erhöhte Rate positiver Gesprächsbeiträge (Selbstöffnung, Akzeptanz des Partners, konstruktive Lösungsvorschläge, Zustimmung) und non-verbalen positiver Verhaltensweisen festgestellt werden, nach 5 Jahren zeigten sich keine Unterschiede zum Zeitpunkt der Post-Messung. Bei der Kontrollgruppe hingegen war eine signifikante Abnahme im Vergleich zur Ausgangsmessung zu verzeichnen. Darüber hinaus reduzierten die EPL-Paare nach dem Training die Anzahl negativer Gesprächsbeiträge (Kritik, scheinbare Lösungsvorschläge, Rechtfertigung, Nichtübereinstimmung mit dem Partner) signifikant und konnten dieses Niveau auch bei den Nachkontrollen halten. Bei der Kontrollgruppe stieg die Anzahl negativer verbaler und non-verbaler Äußerungen über den 5-Jahreszeitraum erheblich an.

Die EPL-Ergebnisse entsprachen den Hypothesen: Es war zu erwarten, dass bei den EPL-Paaren die Kommunikationsmuster über den Nachkontrollzeitraum stabil bleiben, sich also beim Vergleich der Eingangswerte und der Nachkontrollwerte keine Veränderung zeigen würde. Eine Verbesserung über den Anfangszustand hinaus war aufgrund der hohen Ausgangswerte nicht zu erwarten. Die Ergebnisse bestätigen die Stabilitätsannahme, im Bereich negativer Kommunikation verbesserten sich die EPL-Paare darüber hinaus noch weiter. Bei den Kontrollgruppenpaaren sollte sich über die Zeit eine graduelle Verschlechterung in Bezug auf deren Kommunikationsverhalten zeigen. Diese Erwartung bestätigte sich für die verbal und non-verbal positiven und negativen Kommunikationsvariablen.

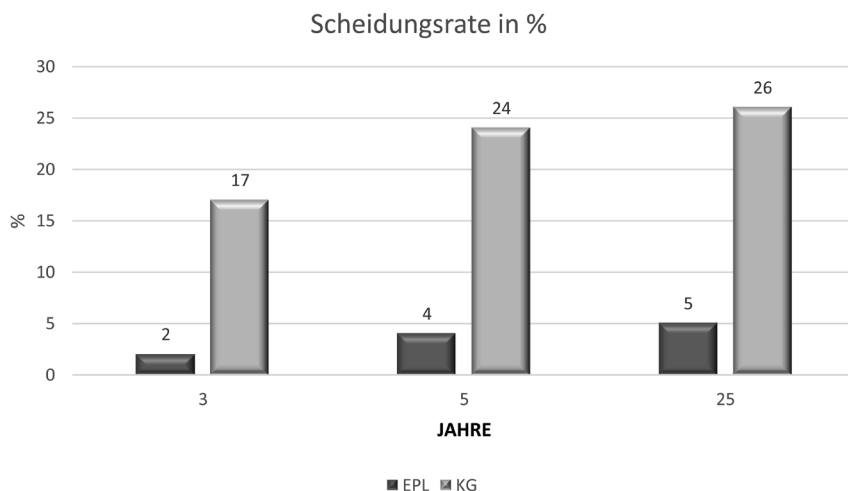


Abb. 1: Scheidungsraten für Paare der EPL- und Vergleichsgruppe über die 3, 5 und 25-Jahres-Nachkontrollen (nach Engl et al. 2018).

Nach 25 Jahren wurde eine weitere Katamnese durchgeführt (Engl et al. 2018). Nach fünf und 25 Jahren hatten die EPL-I-Paare eine signifikant niedrigere Scheidungsrate (4%/5%) als die Paare der Vergleichsgruppe (24%/26%; s. Abb. 1). Nach 25 Jahren gaben ca. 60% der Partner an, die im EPL-Training vermittelten Sprecher- und Zuhörer-Kommunikationsregeln noch oft bzw. sehr oft im Alltag zu benutzen. Über 98% würden das EPL weiterempfehlen.

In einer anderen Studie im Sinne indizierter Prävention wurden $N = 67$ Paare mit einer Partnerschaftsdauer von mindestens drei Jahren, von denen 70% unzufrieden mit ihrer Beziehung waren, zufällig der Teilnahme am EPL oder einer Kontrollgruppe ohne Intervention zugeordnet (EPL II, Kaiser et al. 1998). Das durchschnittliche Alter der Partner betrug 48 Jahre, die im Durchschnitt 10 Jahre verheiratet waren. In einem 11-Jahres-Follow-up zeigte sich, dass die EPL-II-Paare eine Scheidungsrate von 26% aufwiesen, im Unterschied zu 56% in der Vergleichsgruppe, die die Teilnahme am EPL aus verschiedenen Gründen abgelehnt hatten. Alle EPL- und Kontrollpaare, die nach den 11 Jahren noch zusammenlebten, waren zu 75% glücklich mit ihrer Partnerschaft (Hahlweg & Richter 2010). In einer weiteren, unkontrollierten Studie an $N = 62$ Paaren wurde überprüft, ob sich die Wirksamkeit des EPL-II steigern lässt, wenn als Ergänzung zwei individuelle Auffrischungssitzungen nach ein und drei Monaten durchgeführt werden (EPL-II-B; Braukhaus et al. 2001). Die Ergebnisse der EPL-II-Studie konnten repliziert werden, nach 11 Jahren zeigte sich eine Scheidungsrate von 20%.

In allen Studien berichteten die Paare eine große Zufriedenheit mit dem EPL-Programm. Die große Akzeptanz zeigt sich auch darin, dass die Abbruchquoten in den EPL-Kursen im Mittel deutlich unter 5% lagen. Dieses ist auch dann der Fall, wenn sich das Training über mehrere wöchentliche Termine bis zu acht Wochen erstreckt.

3.2 Selbsthilfematerialien und Web-basierte Intervention

Die Ergebnisse zum EPL hinsichtlich der langfristigen Reduktion der Scheidungsraten sind sehr positiv und sollten dazu führen, dass Präventionskurse deutlich häufiger angeboten werden. Allerdings erscheint es illusorisch, sich nur auf personalintensivere Fertigkeitstrainings zu verlassen, um die Trennungs- und Scheidungsrate zu reduzieren, da solche Trainings leider nur von wenigen Paaren in Anspruch genommen werden. Insgesamt wurden seit 1988 vom Institut für Kommunikationstherapie in München (www.institutkom.de) über 1.800 EPL-Trainer ausgebildet. Das EPL ist damit das am weitesten verbreitete und wissenschaftlich am besten untersuchte Präventionstraining für Paare im deutschen Sprachraum. Über 25 Jahre haben insgesamt ca. 50.000 Paare am EPL teilgenommen – bei ca. 400.000 Eheschließungen pro Jahr ein absoluter „Tropfen auf den heißen Stein“ (Job et al. 2014b).

Gründe für die geringe Inanspruchnahme liegen zum einem bei den Paaren selbst: In den ersten Jahren der Beziehung tendieren zufriedene Paare dazu, das zukünftige Funktionieren ihrer Beziehung unrealistisch positiv zu beurteilen. Um jedoch den umfassenden Folgen von Partnerschaftsunzufriedenheit sowie konfliktreichen Trennungen und Scheidungen langfristig erfolgreich entgegenwirken zu können, bedarf es deshalb weiterer Angebote und Interventionen. Aus diesem Grund schlagen wir ein Mehr-Ebenen-Modell für Paarinterventionen vor, das heißt, die Bereitstellung einer großen Bandbreite an Interventionen, sodass *jedes Paar genau so viel Hilfe in Anspruch nehmen kann wie es benötigt*. Neben kompetenzorientierten Paartrainings mit engem Betreuungsverhältnis sieht dieses Modell folgende Interventionen vor:

Bücher und DVDs. Hierbei handelt es sich um wissenschaftliche Informationsverbreitung und Impulse für Paare, die ihre Beziehung verbessern wollen. Dabei werden unterschiedliche und kostengünstige Medientechnologien verwendet, um auch Paare zu erreichen, die keinen direkten Kontakt zu Professionellen wünschen. Hierunter fallen Selbsthilfematerialien, wie *Bücher* (z.B. Bodenmann 2007, Engl und Thurmaier 2012a, 2012b, Schindler et al. 2017) und DVDs.

Beispiele für bereits existierende Partnerschafts-DVDs im deutschen Sprachraum ist die Reihe *Gelungene Kommunikation...damit die Liebe bleibt* für junge Paare, Eltern und Paare im (Un-) Ruhestand [Engl & Thurmaier 2007]. Diese Reihe wurde vom Bayerischen Sozialministerium finanziert und kostet je DVD samt

umfangreicher Begleitbroschüre 10 € (erhältlich über www.institutkom.de). Neben dem Einsatz zur Erarbeitung der Kommunikationsregeln im Rahmen des EPL wird die DVD für junge Paare während der standesamtlichen Trauung an alle bayerischen Hochzeitspaare verschenkt.

Internetbasierte Selbsthilfe-Programme. Einen wesentlich komplexeren Ansatz stellen die sogenannten internetbasierten Selbsthilfeprogramme dar, die vom Klienten alleine am PC (bzw. Notebook / Tablet / Smartphone) bearbeitet werden. Die Anwendungsformen variieren von „ungeleitet“ (Durchführung in vollkommener Eigenregie) über „geleitet“ (sporadischer Kontakt zum Behandler/Trainer) bis hin zum sogenannten „Blended Format“ (Kombination von Face-to-Face-Behandlung und internetbasierten Ansätzen).

PaarBalance. In Deutschland liegt seit 2016 das von Schindler, Gastner und Metz auf der Basis des aktuellen KVPT Konzeptes entwickelte „PaarBalance“-Programm vor, ein interaktives Online Selbsthilfeprogramm für mehr Zufriedenheit in der Paarbeziehung [<https://www.paarbalance.de/>]. Das interaktive Online-Programm beinhaltet:

- a) Eine umfassende Eingangs- und Verlaufsdiagnostik mit ausführlicher Stärken-Schwächen-Analyse der Beziehung.
- b) 18 interaktive Sitzungen (jeweils mit *Coaching-Video, Training und Hausaufgaben*).
- c) Motivierende Gedankenanstöße zur Vor- und Nachbereitung der einzelnen Themenblöcke (automatisierte *Nachrichten*).
- d) Die Möglichkeit, das Beziehungsprofil sowie wichtige Ergebnisse auszudrucken oder als PDF per E-Mail mit Partner oder Berater zu teilen und
- e) Empfehlungen zur vertiefenden Lektüre (*Buchtipps*) u.a.m. (zur näheren Beschreibung siehe Gastner et al. 2018). Eine Evaluierungsstudie, welche die Effektivität des Programms sowohl im Rahmen eines „Blended Formats“ (d. h. mit therapeutischer Unterstützung) als auch als reines Selbsthilfeprogramms an jeweils 100 Personen untersucht, hat Anfang 2018 begonnen.

3.3 Schlussfolgerung

Insgesamt sind die Ergebnisse hinsichtlich der Effektivität des EPL-Trainingsprogramms bezüglich der Reduktion der Trennungs- und Scheidungsraten erfolgversprechend. Die Studien wurden an verschiedenen Orten (München (M), Braunschweig (BS) und Kiel (K)) zu verschiedenen Zeiten (M: 80er Jahre; BS, K: 90er Jahre), von unterschiedlichen Forschergruppen und verschiedenen Trainern durchgeführt mit Paaren, die sich hinsichtlich der Variable Religion stark unterschieden (M: 83% katholisch; BS, K: 11% katholisch, 57% evangelisch, 32% keine Religionszugehörigkeit). Sowohl im Rahmen der Ehevorbereitung

(EPL-I) mit jungen, glücklichen Paaren (universelle Prävention) als auch mit älteren und im Mittel schon 10 Jahre verheirateten Paaren, die überwiegend unzufrieden mit ihrer Beziehung waren (indizierte Prävention), ergaben sich deutliche Unterschiede: eine Reduktion um ca. 50% in den Trennungs- und Scheidungsraten im Vergleich zu den Kontroll-Paaren. D. h., die Ehe-Überlebensdauer der EPL-Paare ist deutlich besser als die der KG-Paare. Dabei ist die Zufriedenheit mit dem EPL sehr hoch und liegt – je nach Studie – zwischen 89% und 98% Weiterempfehlungsrate.

Vor dem Hintergrund der hohen Trennungs- und Scheidungsraten, einer insgesamt mit zunehmender Partnerschaftsdauer sinkenden Beziehungszufriedenheit und den zahlreichen damit einhergehenden negativen Folgen für die Betroffenen und ihre Kinder, muss der Prävention von Partnerschaftsproblemen ein deutlich größerer Stellenwert im Public-Health-Bereich zukommen als es aktuell der Fall ist.

Zum Abschluss noch ein Zitat von Loewit aus dem Jahr 1991: “Kaum ein Beruf ist heute noch ohne Ausbildung möglich, nur für den 'Beruf' eines Ehepartners und Elternteils gibt es bisher nicht einmal das Bewusstsein, dass auch dafür entsprechende Vorbereitung nötig ist” (S. 214).

Literatur

Allensbach Institut für Demoskopie IfD. (2016): Familie 2030. IfD-Umfrage 11058, Allensbach.

AMATO, P.R. (2010): Research on divorce: Continuing trends and new developments. – *Journal of Marriage and the Family* **72**: 650–666.

ANDRESEN, S. & D. GALICH (2015): Kinder. Armut. Familie. Alltagsbewältigung und Wege zu wirksamer Unterstützung. 2. Auflg.. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.

ANDRESS, H.J. (2004): Wenn aus Liebe rote Zahlen werden. Über die wirtschaftlichen Folgen von Trennung und Scheidung. – *Informationsdienst Soziale Indikatoren* **31**: 1–5.

BAUCOM, B.R., S. WEUSTHOFF, D.C. ATKINS & K. HAHLOWEG (2012): Greater emotional arousal predicts poorer long-term memory of communication skills in couples. – *Behaviour Research and Therapy* **50**: 442–447.

BLANCHARD, V.L., A.J. HAWKINS, S.A. BALDWIN & E.B. FAWCETT (2009): Investigating the effects of marriage and relationship education on couples' communication skills: A meta-analytic study. – *Journal of Family Psychology* **23**: 203–214.

BMFSFJ Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugendliche. (2017): Familienreport 2017. Leistungen, Wirkungen, Trends. Berlin: BMFSFJ, Berlin.

BODENMANN, G. (2007): Stress und Partnerschaft. Gemeinsam den Alltag bewältigen. 4. Auflg. Bern: Huber.

BODENMANN, G. (2016): Lehrbuch Klinische Paar- und Familienpsychologie. 2. Auflage. Göttingen Hogrefe.

BRAUKHAUS, C., K. HAHLOWEG, C. KROEGER, G. FEHM-WOLFSDORF & T. GROTH (2001): „Darf es ein wenig mehr sein?“ Zur Wirksamkeit von Auffrischungssitzungen bei der Prävention von Beziehungsstörungen. – *Verhaltenstherapie* **11**: 55–62.

BROWN, S.L. (2010): Marriage and child well-being: Research and policy perspectives. – *Journal of Marriage and the Family* **72**: 1059–1077.

BUSS, D.M. (2004): Evolutionäre Psychologie. München: Pearson.

CALDWELL, B.E., S.R. WOOLLEY & C.J. CALDWELL (2007): Preliminary estimates of cost-effectiveness for marital therapy. – *Journal of Marital Family Therapy* **33**: 392–405.

CALLAN, S., H. BENSON, S. COWARD et al. (2006). Breakdown Britain: Fractured families. London: Social Policy Justice Group.

ECKHARD, J. (2015): Abnehmende Bindungsquoten in Deutschland. Ausmaß und Bedeutung eines historischen Trends. – *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* **67**: 27–55.

ENGL, J. & F. THURMAIER (2007): *Ein Kick mehr Partnerschaft. Gelungene Kommunikation... damit die Liebe bleibt. Eine interaktive DVD zum Gelingen von Beziehungen für junge Paare mit Begleitbroschüre.* München: Institut für Forschung und Ausbildung in Kommunikationstherapie, www.institutkom.de.

ENGL, J. & F. THURMAIER (2012): *Damit die Liebe bleibt. Richtig kommunizieren in mehrjährigen Partnerschaften.* Bern: Huber.

FOWERS, B.J., E.M. LYONS & K.H. MONTEL (1996): Positive illusions about marriage: Self enhancement or relationship enhancement? – *Journal of Family Psychology* **10**: 192–208.

GARBUSZUS, J.M., N. OTT, S. PEHLE & M. WERDING (2018): Wie hat sich die Einkommenssituation von Familien entwickelt? Ein neues Messkonzept. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

HAHLWEG, K. & D. RICHTER (2010): Prevention of marital instability and couple distress: Results of an 11-year longitudinal follow-up study. – *Behaviour Research Therapy* **48**: 377–383.

HAWKINS, A.J., V.L. BLANCHARD, S.A. BALDWIN & E.B. FAWCETT (2008): Does marriage and relationship education work? A meta-analytic study. – *Journal of Consulting and Clinical Psychology* **76**: 723–734.

HEINRICHS, N., G. BODENMANN & K. HAHLOWEG (2008): *Prävention bei Paaren und Familien.* Göttingen: Hogrefe.

HETHERINGTON, E.M. & A.M. ELMORE (2004): The intergenerational transmission of couple instability. In: P.L. CHASE-LINDSDALE, K.KIERNAN, & P. FRIEDMAN (eds.),

Human development across lives and generations. The potential for change (pp.171–203). Cambridge: Cambridge University Press.

JOB, A.-K., G. BODENMANN, D.H. BAUCOM & K. HAHLOWEG (2014a): Neuere Entwicklungen in der Prävention und Behandlung von Beziehungsproblemen bei Paaren: Aktueller Forschungsstand und zukünftige Herausforderungen. – *Psychologische Rundschau* **65**: 11–23.

JOB, A.-K., N. HEINRICHS, J. ENGL, F. THURMAIER & K. HAHLOWEG (2014b): Das Kommunikationstraining „Ein Partnerschaftliches Lernprogramm EPL“ für Paare – Überblick über den Praxis- und Forschungsstand. – *Report Psychologie* **39**: 56–66.

KAISER, A., K. HAHLOWEG, G. FEHM-WOLFSDORF & T. GROTH (1998): The efficacy of a compact psychoeducational group training program for married couples. – *Journal of Consulting and Clinical Psychology* **66**: 753–760.

KAMP DUSH, C.M., M.G. TAYLOR & R.A. KROEGER (2008): Marital happiness and psychological wellbeing across the life course. – *Family Relations* **57**: 211–226.

KARNEY, B.R. & T.N. BRADBURY (1995): The longitudinal course of marital quality and stability: A review of theory, method, and research. – *Psychological Bulletin* **118**: 3–34.

KIECOLT-GLASER, J.K. & T.L. NEWTON (2001): Marriage and health: His and hers. – *Psychological Bulletin* **127**: 472–503.

KLIEM, S., S. WEUSTHOFF, K. HAHLOWEG, K. BAUCOM, B. BAUCOM (2016): Predicting long-term risk for divorce using non-parametric conditional survival trees. – *Journal of Family Psychology* **29**: 807–817.

KÖNIG, R. (1978): *Die Familie der Gegenwart*. München: Beck.

LOEWIT, K. (1991): Liebe und Partnerschaft lehren. – *Sexualmedizin* **20**: 214–217.

MARKMAN, H.J., M.J. RENICK, F. FLOYD, S. STANLEY & M. CLEMENS (1993): Preventing marital distress through communication and conflict management training: A 4- and 5-year follow-up. – *Journal of Consulting and Clinical Psychology* **61**: 70–77.

ORTH-GOMER, K., S.P. WAMALA, M. HORSTEN et al. (2000): Marital stress worsens prognosis in women with Coronary Heart Disease: The Stockholm Female Coronary Risk Study. – *JAMA* **284**: 3008–3014.

PENNEBAKER, J.W., M.R. MEHL & K.G. NIEDERHOFFER (2003): Psychological aspects of natural language use: Our words, our selves. – *Annual Review of Psychology* **54**: 547–577.

ROBLES, T.F., R.B. SLATCHER, J.M. TROMBELLO & M.M. MCGINN (2014): Marital quality and health: A meta-analytic review. – *Psychological Bulletin* **140**: 140–187.

SANDERS, M.R., J.N. KIRBY, C.L. TELLEGEN & J.J. DAY (2014): The Triple P-Positive Parenting Program: A systematic review and meta-analysis of a multi-level system of parenting support. – *Clinical Psychology Review* **34**: 337–357.

SBARRA, D.A., R.W. LAW & R.M. PORTLEY (2011): Divorce and death: A meta-analysis and research agenda for clinical, social, and health psychology. – *Perspectives Psychological Science* **6**: 454–474.

SCHINDLER, L., J. GASTNER & N. METZ (2016): PaarBalance – ein interaktives Online-Programm für mehr Zufriedenheit in der Paarbeziehung. – *Beratung Aktuell* **17**: 3–22.

SCHINDLER, L., K. HAHLOWEG & D. REVENSTORF (2017): Partnerschaftsprobleme: So gelingt Ihre Beziehung. Handbuch für Paare. 5. überarbeitete Aufl. Heidelberg: Springer.

SCHINDLER, L., K. HAHLOWEG & D. REVENSTORF (2019): Partnerschaftsprobleme. Therapiemanual. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.

Statistisches Bundesamt (2018): Gebiet und Bevölkerung: Eheschließung und Ehescheidungen. Zugriff am 25.11.2018. <https://www.destatis.de/>

SUPKE, M., J. ENGL, F. THURMAIER, W. SCHULZ & K. HAHLOWEG (2018): Eheglück durch „Wenn“ und „Aber“?: Lassen sich anhand von Konjunktionen die Scheidungswahrscheinlichkeit und die Partnerschaftszufriedenheit nach fünf und 25 Jahren vorhersagen? – *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie* **47**: 23–35.

WEBER, D.M., M.S. FISCHER, D.H. BAUCOM, B.R. BAUCOM, J. ENGL, F. THURMAIER & K. HAHLOWEG, K. (2018): The association between vocally encoded emotional arousal and observed nonverbal and verbal negative behaviors in couples' conversations. Poster, presented at the 51st Convention of the Association of Behavioral and Cognitive Therapies, Washington DC, 15. – 18.11.2018.

WEUSTHOFF, S., B. BAUCOM & K. HAHLOWEG (2013): Fundamental frequency during couple conflict: An analysis of physiological, behavioral, and sex-linked information encoded in vocal expression. – *Journal of Family Psychology* **27**: 212–220.

„...dass das Bier ... hier im Reichstagsbuffet ... nicht ganz frei von Verfälschungen sei“

– Entstehung und Entwicklung der Lebensmittelchemie –

PETRA MISCHNICK

Institut für Lebensmittelchemie, TU Braunschweig, Schleinitzstraße 20,
DE-38106 Braunschweig, E-Mail: p.mischnick@tu-braunschweig.de

Jede und jeder kommt täglich mit Lebensmitteln in Berührung. Trotz seines offensichtlichen Alltagsbezugs ist jedoch über das kleine Fach Lebensmittelchemie, eine Besonderheit im deutschsprachigen Raum, wenig bekannt. Über seine Entstehung und Entwicklung soll hier berichtet werden.

Lebensmittelchemie ist ein eigenständiger Studiengang, der in Deutschland an fünfzehn Universitäten angeboten wird. Eine davon und die einzige in Niedersachsen ist die Technische Universität Braunschweig.

Neben dem, was wir als Lebensmittel im engeren Sinn verstehen, dem, was wir essen und trinken, gehören auch die Bedarfsgegenstände dazu, also Kosmetika, Reinigungsmittel, Geschirr, Verpackung, Spielzeug, Kleidung – kurz, alles womit der Verbraucher und die Verbraucherin in Kontakt kommt. Auch Futtermittel sind in jüngerer Zeit mehr in den Fokus gerückt, da sie im Zuge der Nahrungskette die Quelle von Kontaminationen darstellen. Man denke an den Skandal der Dioxinbelastung von Eiern.

Wie stellen sich Lebensmittel aus naturwissenschaftlicher Sicht dar? – Lebensmittel sind älter als die Wissenschaft und jedem Menschen vertraut – sie sind essentiell für sein Überleben. Wie wir selbst und alles um uns herum sind sie stofflicher Natur, zusammengesetzt aus den Elementen des Periodensystems. Der Mensch selbst besteht im Wesentlichen aus 11 Elementen (in abnehmender Gewichtsmenge O, C, H, N, Ca, P, S, K, Na, Cl, Mg, Fe), wozu noch ca. 25 Spurenelemente kommen. Sie alle müssen über die Nahrung zugeführt werden, da der Körper einem ständigen Stoffaustausch unterliegt und diese Elemente in unterschiedlicher Form und Verweildauer aufnimmt, speichert und ausscheidet. Lebens- oder Nahrungsmit-

* Der Vortrag wurde am 01.06.2018 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

tel sind keine thermodynamisch stabilen Systeme, sondern unterliegen laufenden Veränderungen. Diese könne rein physikalischer Natur sein wie der Verlust von Wasser durch Verdunsten oder das Auskristallisieren von z.B. Zucker in einem Bonbon. Veränderungen können auch durch chemische Reaktionen der Inhaltsstoffe miteinander bedingt sein oder aber das Ergebnis der Verstoffwechselung durch Pilze oder Bakterien. Auch biosynthetische Prozesse in den Zellen finden noch nach der Ernte statt, etwa die Verholzung von Spargel oder Radieschen. Obendrein sind Lebensmittel sehr komplex aufgebaut und unterschiedlich stark prozessiert. Wie schnell die genannten Prozesse ablaufen, hängt von allerlei Parametern ab, natürlich vom Lebensmittel selbst, seiner Beschaffenheit und der seiner Inhaltsstoffe, vom Barrierschutz (Schalen, Wachsschichten), von der Kompartimentierung und Lokalisierung in zellulären Systemen, von supramolekularen Strukturen (z.B. Micellen), von Temperatur, pH-Wert sowie dem Einfluss von Luft und Licht. Zu den natürlichen Veränderungen (Alterung) kommen jene, die durch Behandlung und Zusätze durch den Menschen bewirkt werden. Diese können der Zubereitung und Veredelung des Lebensmittels für den Verzehr oder der Konservierung zwecks Erhöhung der Lagerstabilität dienen. Aber auch Fälschung und Qualitätsminderung können das Ziel sein, um einen höheren ökonomischen Gewinn daraus zu ziehen. Und hier, bei diesem leider allzu menschlichen Treiben, liegt im Wesentlichen die Ursache für die Entstehung dieses Fachgebiets und Studiengangs.

1. Das erste Nahrungsmittelgesetz

Verderb, Fälschung und Schönung von Lebensmitteln hat es sicher schon immer gegeben, aber im Zuge der Industrialisierung und des Anwachsens der Städte (Urbanisierung) nimmt das Problem etwa ab Mitte des 19. Jahrhunderts rasant zu. In Berlin wächst die Einwohnerzahl zwischen 1850 und 1882 von ca. 400.000 auf fast das Dreifache [1]. 1910 ist die 2 Millionen-Grenze erreicht. Im Zuge der Industrialisierung steigen Kaufkraft und Nachfrage, was einen Anreiz für Fälschungen darstellt. Während man sich auf dem Land weitestgehend selbst versorgt, wird die Distanz zwischen Erzeuger oder Produzent in den Städten größer und unpersönlicher. Die Anforderungen an Hygiene, Lagerung und Transport steigen. Es wird einfacher, Lebensmittel zu strecken, ihre Qualität zu schönen oder den Verderb zu kaschieren und die Konsumenten so z.T. an eine Beschaffenheit zu gewöhnen, die mit der eigentlichen nur noch wenig gemein hat. Z.B. wird Mehl mit allerhand mineralischen Streckmitteln wie Gips (CaSO_4), Schwerspat (BaSO_4) oder Kreide (CaCO_3) versetzt [2]. Am stärksten ist jedoch die leicht verderbliche Milch betroffen, die mehrfach entrahmt, mit Wasser verdünnt und dann mitunter mit Mitteln versetzt wird, die die Farbe und Konsistenz unverdächtig erscheinen lassen sollen. Auch Milch von kranken Tieren oder schon leicht verdorbene Milch, deren Zustand mit Zusätzen wie Borax oder Soda überdeckt wird, kommt in den Handel. Die Sterblichkeit von Kindern im ersten Lebensjahr lag damals in Berlin bei bis zu

40%, wozu die Minderwertigkeit der Milch sicher nicht unerheblich beitrug [3]. Ferner werden Bier, Wein, Kaffee und Tee gestreckt und gefälscht. Konditorwaren sind mit teils giftigen Farbstoffen aufgehübscht. Fleisch mit Trichinen, Milzbrand oder Maul- und Klauenseuche ist im Umlauf.

Das Problem der Lebensmittelverfälschung hatte mit den Erkenntnissen der Wissenschaft und den Fortschritten der Chemie im 18. Und 19. Jhd. nicht etwa ab-, sondern zugenommen. – Die Chemie hatte sich seit Lavoisier (1743–1794) in Frankreich und Liebig (1803–1873) in Deutschland von der Alchemie zu einer experimentellen und exakten Wissenschaft entwickelt. Liebig hatte eine laborpraktische Ausbildung der Chemiker an den Universitäten eingeführt, während eine praktische Ausbildung zuvor nur in einschlägigen Berufszweigen wie z.B. der Metallurgie (Bergwerk) stattgefunden hatte. Die Fortschritte in der Chemie, insbesondere in der Farbstoffchemie, führten in den 1860er Jahren zur Gründung vieler chemischer Fabriken. – Man wusste nun dem Lebensmittel gezielter und systematischer wertgebende Bestandteile zu entziehen und wie man durch geeignete Substitution den Schein wahren konnte, z.B. durch Zusatz von Mehl zur Wurst mehr Wasser zu binden, oder den optischen Eindruck minderwertiger oder bereits verdorbener Ware mit nun günstiger und in größerer Vielfalt verfügbaren Farbstoffen und Aromen zu überdecken.

Um ein System, das diesen Machenschaften hätte Einhalt gebieten können, war es hingegen vergleichsweise schlecht bestellt. Es gab zwar auch um 1800 schon eine Vielzahl den Verkehr von Lebensmitteln betreffende Regelungen, die sich im Laufe der Jahrhunderte angesammelt hatten. Diese waren jedoch unübersichtlich und regional sehr unterschiedlich. Nach §722 des Preußischen Landrechts von 1794 war es z.B. bei Androhung von „nachdrücklicher Geld- und Leibesstrafe“ verboten, „Nahrungsmittel oder Getränke, die nach ihrer Beschaffenheit der Gesundheit nachtheilig sind“ in den Verkehr zu bringen [4], aber von systematischer Kontrolle war man weit entfernt und wurde meist erst tätig, wenn Todesfälle vorkamen.

So wird das Problem in den 1870er Jahren im Reichstag wiederholt thematisiert, aber erst die Rede des Abgeordneten August Reichensperger vom 15.12.1876, in der dieser den „*wahrhaft erschreckenden Umfang*“ der Nahrungsmittelverfälschung beklagt und nun endlich Maßnahmen dagegen fordert sowie mutmaßt, dass selbst das im Reichstagsbuffett ausgeschenkte Bier betroffen sein könnte, aktiviert endlich den Reichskanzler. Das volle Zitat, das ich für den Titel des Vortrags verwendet habe, lautet: „*Das Uebel greift so sehr um sich, dass einzelne, die ich für Kenner halte, sogar der Ansicht sind, dass das Bier, was wir hier im Reichstagsbuffet genießen, nicht ganz frei von Verfälschungen sei; das ist doch gewiss ein Moment, welches unsere Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen berechtigt ist*“ [5].

Dies verfährt offensichtlich, denn Bismarck erteilt noch am selben Tag dem 1876 gegründeten Kaiserlichen Gesundheitsamt (KGA, später: Reichsgesundheitsamt, RGA) den Auftrag, das in Berlin gebraute Bier und das dazu verwendete Wasser zu

untersuchen. Das KGA sollte eigentlich die Belastung der Flüsse durch Industrieabwässer untersuchen, doch Bismarck hält die Untersuchungen von „*dem Körper zugeführten Flüssigkeiten Wasser, Bier und Wein*“ für wichtiger. In einer Rede im Reichstag am 14.03.1877 berichtet er, dass die angelaufenen Untersuchungen einen „*gänzlichen Mangel an Verbindung, der zwischen diesen Flüssigkeiten und dem, was man sonst Bier oder Wein nennt*“, erbracht hätten [6].

Nun geht es Schlag auf Schlag. Im August 1877 erhält der Leiter des KGA Struck den Auftrag, einen Gesetzentwurf hinsichtlich des „Schutzes vor verfälschten und/oder gesundheitsschädlichen Nahrungs-, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen“ auszuarbeiten [7]. Es wird eine Kommission mit Vertretern der Chemie, der Pharmazie, Medizin und Justiz eingerichtet. Diese trägt u.a. zusammen, was in dieser Hinsicht im Ausland existiert, muss aber feststellen, dass mit Ausnahme Englands bisher keine solchen grundlegenden Gesetze existieren. England war 1870 bereits weiter industrialisiert. *The sale of food and drug act* von 1875 fußte auf einem Vorläufergesetz von 1860.

Am 05.06.1879 tritt im Deutschen Reich das „Gesetz betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen“ in Kraft. Als bis heute gültige Leitlinie hat es zum Ziel, den Verbraucher vor Betrug und Gesundheitsschädigung zu schützen. Es enthält allerdings keine Begriffsbestimmungen und Definitionen, was die Beurteilung von Untersuchungsergebnissen schwierig macht. Das ist jedoch nur *ein* Problem, das in den ersten Jahrzehnten nach Inkrafttreten dieses Gesetzes eine wirkungsvolle und reichsweite Umsetzung behindert. Schnell stellt man fest, dass es an Laboren und Sachverständigen, an Wissen und Kenntnissen über die natürliche Zusammensetzung der Lebensmittel sowie auch an einheitlichen Untersuchungsmethoden fehlt, um das Gesetz auch umzusetzen, Verstöße zu entdecken und zu ahnden.

Herausragend für die Begründung der Lebensmittelchemie sind die Verdienste des Chemikers Joseph König (1843–1930), der in München, u.a. bei Liebig studiert und in Göttingen in Organischer Chemie promoviert hatte. Er hatte sich danach der Agrikulturchemie zugewandt und wirkte an der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Münster. Von 1879/80 bis 1923 erschienen in sechs Auflagen Bände über die „Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel“, in denen König das internationale Wissen über Lebensmittel und Untersuchungsmethoden zusammentrug und laufend aktualisierte und erweiterte, ein Standardwerk das in vielen Ländern, bis nach Japan, verbreitet und genutzt wurde. Abb. 1 zeigt einen Band der 4. Auflage von 1914. Gleichzeitig arbeitete er auch selbst an der Entwicklung analytischer Methoden und der Generierung von Daten und wirkte in zahlreichen Gremien und Verbänden wie auch politisch. Ab Anfang der 1890er Jahre lehrte er Lebensmittelchemie an der Universität Münster.

In der ersten Zeit nach Inkrafttreten des Gesetzes „betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen“ nahmen sich viel-



Abb. 1: Das gesammelte Wissen über Nahrungsmittelzusammensetzung und -analytik von Joseph König, erschienen von 1879–1923 in 6 mehrbändigen Auflagen; hier ein Band der 4. Auflage von 1914 mit Einlage.

fach kleine Privatlabore der Untersuchung und Erstellung von Gutachten an, etwa Apotheken angegliederte Labore (die Pharmazeuten absolvierten zu der Zeit eine Lehre in einer Apotheke, sammelten praktische Erfahrungen und absolvierten dann ein dreisemestriges Hochschulstudium), daneben auch Chemiker, die sich mangels Beschäftigungsverhältnis mit privaten Untersuchungen ihren Lebensunterhalt verdienten. Es entstanden einige öffentliche Untersuchungsstellen wie das Labor am KGA in Berlin. Bayern agierte vorbildlich und richtete ab 1884 Untersuchungsanstalten in München, Erlangen und Würzburg (jeweils an Universitäten angebunden, heute alle Anbieter des Studiengangs Lebensmittelchemie) sowie Speyer (angegliedert an die Landwirtschaftliche Versuchsstation) ein. In Württemberg entstand eine solche in Stuttgart, wo sich ebenfalls bis heute der Studiengang Lebensmittelchemie findet. Das gilt auch für Dresden in Sachsen. Auch an anderen Universitäten wurden meist an pharmazeutischen Instituten bei Interesse der Lehrstuhlinhaber Nahrungsmitteluntersuchungsstellen eingeführt, so z.B. an der TH Braunschweig ab 1885 unter Heinrich Beckurts (1855–1929).

Man erkannte infolge der Schwierigkeiten bei der Umsetzung des Nahrungsmittelgesetzes die Notwendigkeit unabhängiger Sachverständiger, die in allen Facetten der komplexen Lebensmittelanalytik ausgebildet sind, was schließlich 1894 zur Verabschiedung der „Vorschriften, betreffend die Prüfung der Nahrungsmittel-

Chemiker“ führte. Die staatliche Ausbildung umfasste ein sechssemestriges Grundstudium gefolgt von der Vorprüfung in den Fächern Anorganische, Organische und Analytische Chemie, Botanik und Physik. Es folgte eine mindestens anderthalbjährige Tätigkeit in einem staatlichen Untersuchungsamt, wobei auch Mikroskopie-Übungen starkes Gewicht hatten. Die anschließende Hauptprüfung umfasste praktische Analysen von Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen sowie mündliche Prüfungen, darunter in Lebensmittelrecht. Diese erste Prüfungsordnung galt in Nordrhein-Westfalen und Hamburg bis 1978. Der Quereinstieg für Apotheker und Chemiker war und ist auch heute noch möglich. Mangels ausreichender eigener Ausbildungskapazitäten – insbesondere in Preußen – und der engen Anbindung an Pharmazeutische Lehrstühle waren 1904 noch 80% der Lebensmittelchemiker/innen auch Apotheker/innen.

2. Lebensmittelchemie in Braunschweig

So wurde in Braunschweig ab 1895 in der Pharmazie entsprechend ausgebildet und ab 1900 unter dem Braunschweiger Heinrich Beckurts (1855–1929) ein „Laboratorium für Nahrungsmittelchemie“ eingeführt. 1910 folgte eine „Untersuchungsstelle für Nahrungs-, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände“ (Dr. Lüning). Die Ausbildung an einer „Nahrungsmitteluntersuchungsstelle“ fand also auch an der Hochschule statt, weil diese zunächst, wie oben für Bayern und Württemberg beschrieben, oft Universitätsinstituten oder anderen Forschungseinrichtungen angegliedert waren. Ab 1948 wurde die Braunschweiger Untersuchungsstelle aus der Universität ausgegliedert (an das Lebensmitteluntersuchungsamt, heute Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, LAVES, Dresdenstraße), die Grundausbildung aber in der Pharmazie fortgesetzt, die Spezialisierung dann am Amt. 1961/62 wurde das Fach Lebensmittelchemie (Studiengang ab 1962) in Braunschweig eigenständig und der erste Lehrstuhlinhaber und Institutsleiter Prof. Helmut Thaler (1904–1992). 1974 folgte Hans-Gerhard Maier, 1997 Peter Winterhalter. Heinrich Beckurts war hochschulpolitisch sowie weit über die Grenzen Braunschweigs hinaus engagiert. Von 1900–1904 und 1912–1914 war er Rektor der TH Braunschweig und von 1912–1928 Vorsitzender der „Freien Vereinigung Deutscher Nahrungsmittelchemiker“ [8].

3. Weitere Entwicklung

Die Schaffung eines neuen Berufsstandes für die Lebensmittelkontrolle führte zu Kompetenz- und Zuständigkeitsstreitigkeiten zwischen den betroffenen und bislang damit befassten Professionen: Apotheker, Chemiker, Chemielehrer, Tierärzte und Ärzte. „Privatchemiker“ bekämpften den Auf- und Ausbau der staatlichen Überwachung, weil sie um ihr Einkommen fürchteten. Die vom Gesetz vorgesehene

bevorzugte Einstellung von Lebensmittelchemikern in den Untersuchungsanstalten wurde oft nicht beachtet. In Preußen bezog der überwiegende Teil der an den Untersuchungsanstalten beschäftigten Chemiker kein Gehalt, sondern war auf Untersuchungsgebühren angewiesen [2]. Dabei ging es um Einfluss, um Ressourcen, um Klientelpolitik sicher auch um Eitelkeiten und Dünkel. Diese Konkurrenz zwischen den Berufsständen ist zwar in der Form nicht mehr präsent, hat aber dennoch ihre Spuren hinterlassen.

Wie bereits erwähnt, spielten die an den Universitäten angegliederten Untersuchungsstellen lange eine maßgebliche Rolle für die praktische Ausbildung der Lebensmittelchemie. So waren Universitätsprofessoren, die Leiter dieser Institute, i.d.R. in Personalunion auch Leiter der Untersuchungsämter. Dies wurde wegen Zunahme der Aufgaben ab den 50er Jahren nach und nach separiert. Nachdem vereinzelt schon früh Ordinariate für Lebensmittelchemie an Universitäten eingerichtet worden waren – bis 1920 z.B. in Frankfurt, Dresden, München, Karlsruhe und Berlin – kam es infolge Forderungen der Fachgruppe Lebensmittelchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) nach eigenständigen Lehrstühlen in den 50er Jahren zu neuen Institutsgründungen in Münster, Hamburg und wie bereits erwähnt in Braunschweig. Zur Verabschiedung einer neuen Ausbildungs- und Prüfungsordnung kam es hingegen über Jahrzehnte nicht, u.a. weil die wegen unterschiedlicher Interessenlagen zähen Bemühungen zweimal durch Weltkriege unterbrochen wurden.

Eine einigermaßen funktionierende Umsetzung der Rechtslage und Überwachung war im Reichsgebiet etwa 1910 erreicht. Das erste Nahrungsmittelgesetz von 1879, das einige Schwächen aufwies, wurde 1927 vom „Gesetz über den Verkehr von Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen“ abgelöst, auf dessen Grundlage eine erste Kennzeichnungsverordnung erlassen wurde. Auch der Ausbau der Untersuchungsstellen ging voran. 1924 waren es in der Weimarer Republik 174 Anstalten, davon jedoch nur 14 staatliche und 28 kommunale [9].

Auf die weitere Entwicklung des rechtlichen Rahmens will ich hier verzichten, und nur ergänzen, dass das aktuelle Lebensmittel- und Futtermittelgesetz von 2005 ist (neu gefasst 2013, zuletzt geändert 2017). Wie man sich denken kann, ist heute zudem sehr vieles auf europäischer Ebene geregelt. Da im Internet auch viele *fake news* und Mythen kursieren, sei darauf hingewiesen, dass man als Verbraucher/in seriöse Informationen zu aktuellen Themen eher auf der Homepage des LAVES, des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) und der European Food Safety Authority, der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) findet [10].

4. Frauen in der Lebensmittelchemie

Ich will bei dieser Gelegenheit auch einen Blick auf die Frauen in der Lebensmittelchemie werfen [11]. Nachdem sich Frauen seit 1908 in Preußen erstmals an den

Universitäten einschreiben durften, wurden sie mit Erlass vom Dezember 1909 auch zum „Beruf des Lebensmittelchemikers“ zugelassen [12]. Während Frauen in der Chemie lange stark unterrepräsentiert waren, war die Lebensmittelchemie gleich nach der Öffnung deutlich von weiblichen Studierenden nachgefragt, was auch mit der schon erwähnten Nähe zur Pharmazie zusammenhängen mag. Die Immatrikulationsakten für das Wintersemester 1920/21 für die damals zwölf preußischen Universitäten nennen 4832 Studentinnen, davon 21% in der Medizin und 10% in den Naturwissenschaften [13]. Von den berufstätigen Akademikerinnen des Jahres 1925 waren neben den Hauptfeldern – Medizin, Pharmazie und Lehramt – 10% in der Chemie tätig [14].

Die mühselige Etablierung und Anerkennung des Faches und des Berufsstandes der Lebensmittelchemiker nach Inkrafttreten der ersten Prüfungsordnung 1894 brachte es wie bereits erwähnt mit sich, dass es in der frühen Phase nur wenige Lehrstühle für Lebensmittelchemie gab und die Ausbildung durch Pharmazeuten, Chemiker oder externe Honorarkräfte erfolgte [15]. Die Lebens- bzw. Nahrungsmittelchemie war daher eng mit der Pharmazie verknüpft. So kam z.B. die 1925 geborenen Hildegard Kreissl (später Untersuchungsamt der Stadt Lübeck) wie viele über die Ausbildung zur Apothekerin zur Lebensmittelchemie. Sie erinnert 23 weibliche und 20 männliche Kommilitonen beider Fächer, die 1949 im noch stark zerstörten Braunschweig unter eher abenteuerlichen Bedingungen gemeinsam ihr Praktikum absolvierten [16]. Die Kombination von Pharmazie und Lebensmittelchemie findet sich auch heute noch in der Sanitätsoffizierslaufbahn, ein Weg, der erst 1990 auch für Frauen geöffnet wurde [17,18].

Die lebensmittelpraktische Ausbildung nach der Vorprüfung erfolgte in den ersten Jahrzehnten wie erwähnt an einer „Untersuchungsstelle“, die in Braunschweig seit ihrer Gründung 1910 der Hochschule angeschlossen war (bis 1948). Als sicher nicht untypisches Beispiel für die Situation von Frauen in jener Zeit, soll hier das Schicksal der Lebensmittelchemikerin Ilse Rüder erwähnt werden. Ilse Rüder, geboren 1887, hatte als erste Frau an der TH Braunschweig Pharmazie und Nahrungsmittelchemie studiert. Nach Abschluss ihres Studiums 1913 wurde sie von ihrem Professor und Leiter des Pharmazeutischen Instituts Heinrich Beckurts als Hilfsassistentin in der Nahrungsmitteluntersuchungsstelle angestellt. 1926 beantragte Beckurts Nachfolger Paul Horrmann ihre Entlassung. Gegenüber dem Staatsministerium begründete er dies u.a. damit, dass Ilse Rüder als Frau keine vollwertige Arbeitskraft darstelle: *„...weil die Tätigkeit außerhalb des Amtes (z.B. Vertretung vor Gericht, Probeentnahme und Kontrolle von Abwässerkläranlagen im Gelände) außerordentlich stark die Zeit des wissenschaftlichen Personals in Anspruch nimmt, und weil diese Tätigkeit aus begreiflichen Gründen zweckmäßig durch einen Mann ausgeübt werden muß.“* Während Frau Rüder zunächst noch durch Eingabe an Staatsministerium und Landtag eine Wiedereinstellung erreichen konnte, wurde Sie auf Grundlage des „Gesetzes zur Wiederherstellung des Berufsbeamtentums“ vom April 1933 endgültig aus der Hochschule entlassen [19, 20].

Die Statistik der GDCh zeigt für die letzten 12 Jahre bei den Studienanfängern der Lebensmittelchemie 70–75% Frauen. Ihr Anteil bei den Promotionen liegt seit 2013 ebenfalls bei 70%. Bei den Professorinnen gibt es allerdings noch Nachholbedarf (aktuell bundesweit ca. 7–8 Professorinnen von 29 besetzten Professuren, entsprechend 25–28%). Es hat mehr als 100 Jahre seit der Einführung des Faches gedauert, bis 1998 die ersten beiden in Karlsruhe und Braunschweig berufen wurden [21]. Der Vorstand der Fachgruppe Lebensmittelchemie in der GDCh war trotz hohen Anteils weiblicher Mitglieder (2007 46% weibliche Mitglieder, bei den <30jährigen 74%, bei den >60jährigen 18%) bis 2011 frauenfrei – erst seit 2014 gibt es eine Vorsitzende. – Auch die Joseph-König-Gedenkmünze, gestiftet 1934, wurde erstmals 2014 an eine Frau verliehen.

5. Lebensmittelchemie Im „Dritten Reich“

Wie für so viele Bereiche, so kann man auch für die Zeit des „Dritten Reichs“ sagen, dass die bis dahin gewachsenen und bewährten Strukturen die Machtergreifung nicht lange überlebten. Bereits 1933 setzte sich der einst in Braunschweig bei Beckurts ausgebildete Lebensmittelchemiker Friedrich Ernst Nottbohm (1879–1942) eigenmächtig an die Spitze der „Freien Vereinigung deutscher Lebensmittelchemiker“ [22], der Reichsgesundheitsrat wurde ab 1933 nicht mehr einberufen und 1935 ganz aufgelöst. Die Zuständigkeiten wurden dem Reichministerium für Ernährung (REM), letztlich dem Reichnährstand, in dem alle Lebensmittelproduzenten und -händler vereinigt waren, übertragen. In einem Aufsatz von 1948 von Alfred Behre, Direktor der Untersuchungsanstalt für Lebensmittelchemie und Gerichtliche Chemie in Altona [23], heißt es *„In dieser Zeit (1933, Anm. d. Verf.) änderte die politische Entwicklung in Deutschland das Bild der Lebensmittelkontrolle nicht unerheblich..... Die für Einsichtige bereits 1933 z.B. auf dem Fettmarkt einsetzende Mangelwirtschaft (Verkauf von Abdeckereifett aus zoologischen Gärten als Schweineschmalz) ließ Vorschriften über den Verkehr mit fast sämtlichen Lebensmitteln mit Zustimmung des REM hervorschießen, die nicht immer klar und fachgerecht gefaßt waren. ... Diesen Vorschriften war auch anzumerken, dass sie von ungenügend unterrichteten Stellen verfaßt worden waren.“* Der Reichnährstand griff mit zahlreichen Anordnungen, Anweisungen, Ermächtigungen usw. („Normativbestimmungen“), meist marktregelnder Natur, massiv in die Lebensmittelüberwachung ein, ein Zustand der bis in die Besatzungszeit fort dauerte und nach und nach (ab 1948) wieder zurückgebaut wurde [24].

In die NS-Zeit fällt auch die Gründung zahlreicher Forschungsinstitute, da man sehr daran interessiert war, durch Forschung die Unabhängigkeit von Lebensmitteleinfuhren und Versorgung im Kriegsfall voranzutreiben (für Ernährung, für Fleischwirtschaft (Kulmbach), für Fischerei (u.a. Hamburg), für Getreide, (Detmold), für Milch (Kiel), für Frischhaltung (Karlsruhe), aus denen später die

Bundesforschungsanstalten hervorgegangen sind, heute Max-Rubner-, von Thünen-, Julius-Kühn-Institute) [25]. Mit dem 4-Jahresplan ab 1936 (unter Göring) und später der Anpassung des Lebensmittelrechts an Kriegszustände, (z.B. Minderung des Fettgehalts der Butter 1942, Zulassung von Gemüse- und Kartoffelzusatz zu Wurst 1943 [26]) wurde die ursprüngliche Intention einer Lebensmittelchemischen Überwachung mehr und mehr ausgehöhlt.

6. Entwicklung der Lebensmittelanalytik und des Berufsfeldes

Wie hat sich die Analytik in der Lebensmittelchemie seit ihrer Begründung Ende des 19. Jahrhunderts als eigene Disziplin entwickelt? Lebensmittel als Untersuchungsobjekt stellen wie eingangs schon erwähnt oft äußerst komplexe Gebilde dar, die zahlreiche Substanzen in sehr unterschiedlichen Mengen enthalten – und dies nicht als homogenes Gemisch, sondern in gewachsenen oder molekular organisierten Strukturen. Neben der Kenntnis der Chemie waren folglich auch umfassende Kenntnisse über den Untersuchungsgegenstand erforderlich, dessen technologisch bedingte Veränderungen, über mikrobielle Infektionen, über Ernährungsphysiologie und Toxikologie und natürlich über die rechtliche Beurteilung. Selbst den Fettgehalt kann man nicht einfach bestimmen, indem man eine Wurst mit einem geeigneten organischen Lebensmittel extrahiert, da dieses ohne Aufschluss der Struktur gar nicht an alles Fett herankommt.

Ende des 19. Jahrhunderts verfügte man lediglich über mehr oder weniger spezifische chemische Nachweisreaktionen auf Stoffe. Für die in der Lebensmittelanalytik so wichtige Quantifizierung standen v.a. gravimetrische und titrimetrische Verfahren zur Verfügung. Physikalische Methoden wie die Dichtebestimmung konnte ebenfalls Aufschluss über Alkohol- (z.B. Wein), Fett- (z.B. Milch) oder Zuckergehalte (z.B. Säfte) geben. Daneben spielte das Mikroskopieren eine bedeutende Rolle, weil sich damit gerade bei pflanzlichem Material Fremdzusätze anhand der Zellstrukturen oder der Form von Stärkekörnern erkennen lassen, „falsche“ Pollen in Honig oder auch Milben in Mehl. Die heute gängigen Trennmethode wie die Gaschromatographie und die HPLC fanden erst ab den 1950er bzw. 70er Jahren Eingang in die Labore. Aufwändige Trennoperationen waren erforderlich. Eine häufig eingesetzte Methode war die Photometrie, oft nach Farbreaktionen bestimmter Inhaltsstoffe unter genau vorgegebenen Bedingungen. Solche Konventionsmethoden sind heute weitestgehend abgelöst von direkter Detektion nach Auftrennung eines vorbereiteten Probenextrakts. Der Fortschritt der spektroskopischen Methoden, insbesondere in der Massenspektrometrie, erlaubt in Kombination mit Hochleistungstrennmethode inzwischen die simultane und empfindliche Bestimmung zahlreicher Inhaltsstoffe komplexer Gemische mit hohem Probendurchsatz, die Miniaturisierung verringert den Proben- und Chemikalienbedarf. Die Leistungsfähigkeit und Verlässlichkeit amtlich anerkannter Untersuchungsmethoden werden laufend überprüft und

weiterentwickelt. Hinzu gekommen sind molekularbiologische Methoden, wie sie der Nachweis gentechnisch veränderten Materials erfordert. Immunologische Methoden werden z.B. zur Feststellung der Protein- bzw. Tierart bei Fleisch und Milchprodukten oder von Allergenen eingesetzt.

Die Analytik ist somit universeller geworden und hat sich zum Teil von ihrem Untersuchungsgegenstand emanzipiert. Die Expertise von LebensmittelchemikerInnen ist in allen Bereichen chemischer Analytik einsetzbar und gefragt. Entsprechend hat sich auch das Berufsfeld erweitert. Während ursprünglich sehr spezifisch für die staatliche Lebensmittelkontrolle ausgebildet wurde – das ist ja die Wurzel der Entstehung – und sich die Absolventen und Absolventinnen daneben v.a. in privaten Handelslaboratorien oder in geringem Maße in der einschlägigen Industrie wiederfanden, hat sich dies in den letzten ca. 30 Jahren sehr weit aufgefächert. Die Zahl der Studienplätze ist in dieser Zeit stark gestiegen, in Braunschweig z.B. von 4 in den 70er Jahren auf heute ca. 30 pro Jahr, bundesweit auf mehr als 500. Die Promotionsquote liegt bei ca. 20%, wobei sicher noch einige dazukommen, die in angrenzenden Fächern promovieren. Neben dem Staatsexamen erwirbt man je nach Studienort auch einen Diplom- oder einen Bachelor gefolgt von einem Mastergrad (Braunschweig stellt derzeit auf BSc/MSc um). Das Grundstudium hat eine große Schnittmenge mit dem Studiengang Chemie, im Hauptstudium werden neben dem Schwerpunkt in Lebensmittelchemie und analytisch Mikrobiologie, Biochemie, Lebensmitteltechnologie und Toxikologie gelehrt. Wer promoviert absolviert nicht unbedingt auch den dritten Ausbildungsabschnitt, eine Art Referendariat an den Untersuchungsämtern, in Niedersachsen dem LAVES, sondern geht direkt in die Industrie oder Forschungseinrichtungen. Die Berufsaussichten sind gut bis sehr gut.

7. Universitäre Lebensmittelchemische Forschung heute

Lebensmittelchemische Forschung gibt es an den in den 30er Jahren als Reichsforschungsanstalten gegründeten Nachfolgeinstituten (s.o.), der in Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie umbenannten Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in Garching und diversen anderen einschlägigen Instituten (auch der Industrie), aber auch an allen Hochschulstandorten, die hier kurz betrachtet werden sollen.

Wie schon für die Entwicklung des Studiengangs aufgezeigt, so haben sich auch in der Forschung Überwachung und Universität weitestgehend getrennt, was nicht bedeutet, dass es nicht auch Kooperationen gibt. Aber institutionell und personell sind diese Bereiche unabhängig und auch jeweils anderen An- und Herausforderungen unterworfen. Während die lebensmittelchemische Forschung an den Universitäten anfangs auf die quantitative Analytik für die rechtliche Beurteilung relevanter Inhaltsstoffe ausgerichtet war, so hat sie sich mit der Ausweitung und zunehmenden Leistungsfähigkeit analytischer Methoden und der Entwicklung einer

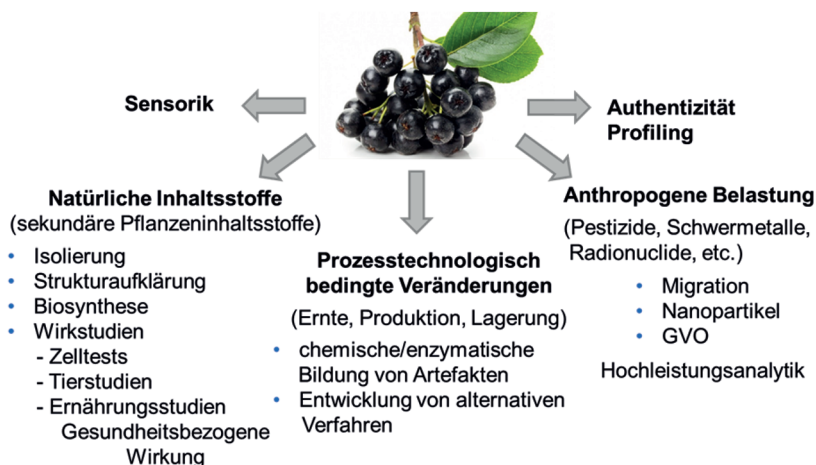


Abb. 2: Aktuelle Themen lebensmittelchemischer Forschung an deutschen Universitäten.

satten aber hinsichtlich Qualität und Vielfalt anspruchsvolleren Bevölkerung sowie globalisierter Warenströme neuen Fragen zugewandt, die häufig an den Schnittstellen zu angrenzenden Disziplinen wie der Toxikologie, der Biochemie oder der Ernährungswissenschaft liegen (Abb. 2).

Wenn man nach den Arbeitsgebieten der Kolleginnen und Kollegen an den fünfzehn Standorten guckt, so fallen gegenüber früher auch Verschiebungen von Forschungsschwerpunkten auf, ähnlich wie das in der Chemie oder auch in anderen Fächern zu beobachten ist. Man begnügt sich z.B. nicht mehr mit der Spurenanalytik von Karzinogenen oder Mutagenen, sondern untersucht den Wirkungsmechanismus auf das Genom (Andrea Hartwig, KIT Karlsruhe, Julia Bornhorst, Universität Wuppertal). Man differenziert stärker nach Spezies, verschiedenen metallorganischen Verbindungen oder Oxidationsstufen, betreibt also Analytik und Bewertung mit höherer Auflösung. Es geht um gesundheitsbezogene Wirkungen von Lebensmittel-Inhaltsstoffen, ein spannendes Gebiet, das aber gleichzeitig auch stark im Interesse der Industrie liegt, die gern Produkte mit gesundheitsbezogener Aussagen, sogenannten Health claims, bewirbt. In dieser Hinsicht stellt auch der Internetmarkt, z.B. beim Vertrieb von sogenannten Nahrungsergänzungsmitteln ein Problem dar. Hier wird mitunter auch daraus Kapital geschlagen, dass „Natur“ und „Chemie“ sich so leicht gegeneinander in Stellung bringen lassen. Z.B. forscht Leane Lehmann, Universität Würzburg, über die östrogene Wirkung von Isoflavonen aus Soja und Rotklee. Monika Pischetsrieder (Universität Erlangen-Nürnberg) sucht nach bioaktiven Substanzen in funktionellen Lebensmitteln und nimmt dabei auch die Interaktion mit dem Gehirn in den Blick („Neurotrition“). Hierfür spielen ähnlich wie in den Biowissenschaften mehr und mehr die omics Methoden (wie Genomics, Proteomics, Metabolomics

Foodomics) eine Rolle, die auch dazu dienen, die Authentizität von Lebensmitteln zu überprüfen (Markus Fischer, Universität Hamburg; Thomas Hoffmann, TU München). Beispiele mehr klassischer Forschung sind die Aufklärung von prozess- oder lagerungsbedingten Veränderungen von Lebensmitteln wie sie im Rahmen der in ihrer Vielfalt unerschöpflichen Bräunungsreaktion von Lebensmitteln stattfinden (Marcus Glomb, Universität Halle, Lothar Kroh, TU Berlin, Thomas Henle, TU Dresden). Beim Grillen und Backen entstehen neben wertgeschätzten Geruchs- und Geschmacksstoffen auch gesundheitlich bedenkliche Produkte wie z.B. Acrylamid oder 4-Methyl-imidazol. Die eingangs genannten ebenfalls zu kontrollierenden Bedarfsgegenstände, insbesondere Haushaltsutensilien und Verpackungsmaterialien sind Forschungsgegenstand von Thomas Simat an der TU Dresden. Im Kontakt mit Lebensmitteln können sie diese durch Migration von Inhaltsstoffen kontaminieren. Am Institut für Lebensmittelchemie der TU Braunschweig wird aktuell über Wein, Säfte, Aromen, bioaktive Pflanzeninhaltsstoffe, Tee und Polysaccharide geforscht. Mit diesen hier aufgeführten Beispielen soll abschließend aufgezeigt werden, wohin sich die Lebensmittelchemie an den Universitäten knapp 125 Jahre nach Begründung dieses Studienfachs entwickelt hat [27].

Literatur/Quellen

- [1] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Berlin_population.svg (Author: Gorgo), 01.05.2018.
- [2] GRÜNE; J., (1994): Anfänge staatlicher Lebensmittelüberwachung in Deutschland, Franz Steiner Verlag Stuttgart, S. 35.
- [3] GRÜNE [2], S. 37.
- [4] GRÜNE [2], S. 31: Allgemeines Landrecht für die Preußischen Staaten, Bd. 4, Berlin 1794, §722.
- [5] Zitiert nach Andreas Lang, Lebensmittelchemiker in Uniform, Dissertation, Technische Universität Braunschweig 2006, S. 23; dort zitiert nach H.K. Reusch, Dissertation, Universität Marburg 1986, S. 3.
- [6] LANG [5], S. 24.
- [7] LANG [5], S. 39.
- [8] GRÜNE [2], S. 168.
- [9] GRÜNE [2], S. 204.
- [10] www.bfr.bund.de; www.efsa.europa.eu
- [11] MISCHNICK, P. (2010): „Frauen in der Lebensmittelchemie“ – Deutsche Lebensmittel-Rundschau **106**: 240–244.

- [12] Ministerialblatt für Medizinal- und medizinische Unterrichtsangelegenheiten, Jg. 1909, S. 95.
- [13] TOBIES, R. (Hrsg) (2008): *Aller Männerkultur zum Trotz, Frauen in Mathematik, Naturwissenschaften und Technik*, Campus Verlag Frankfurt, 2. Auflage.
- [14] BOEDECKER E. (1939): Archiv der Universität Hohenheim.
- [15] MAIER, H.G. (1979): „Bemerkungen zur Situation der Lebensmittelchemie im Deutschland der letzten hundert Jahre“. – DLR **75**: 295–299.
- [16] Persönliche Mitteilung von Frau Hildegard Kreissl am 03.04.2010.
- [17] Gesetz über die Rechtsstellung des Soldaten i.d.F. vom 06.12.1990, §1, Abs. 2.
- [18] LANG, A. (2006): *Lebensmittelchemiker in Uniform*, Dissertation, Technische Universität Braunschweig.
- [19] ECKHOFF, R. (1992): *Das Frauenstudium an der TH Braunschweig vom Kaiserreich bis 1933*, Magisterarbeit, Technische Universität Braunschweig.
- [19] WETTERN, M. & D. WESSELHÖFT (2010): *Opfer nationalsozialistischer Verfolgung an der Technischen Hochschule Braunschweig 1930 bis 1945*, Hildesheim: Olms.
- [21] Ob es in der DDR, wo es einen Diplom-Studiengang Lebensmittelchemie in Berlin und Dresden gab, eine Professorin für Lebensmittelchemie gab, ist mir nicht bekannt.
- [22] BEHRE, A. (1953): *Deutsche Lebensmittel Rundschau* **49**: 9.
- [23] BEHRE, A. (1948): *Deutsche Lebensmittel Rundschau* **44**: 67–69.
- [24] BEHRE, A. (1953): *Deutsche Lebensmittel Rundschau* **49**: 123.
- [25] BEHRE, A. (1953): *Deutsche Lebensmittel Rundschau* **49**: 92ff.
- [26] SPERLING, F. (2011): *Kampf dem Verderb*, Dissertation Technische Universität Braunschweig, S. 72, Fußnote 298.
- [27] s. auch die Mitteilungen der Lebensmittelchemischen Gesellschaft, Fachgruppe in der GDCh: <https://www.gdch.de/netzwerk-strukturen/fachstrukturen/lebensmittelchemische-gesellschaft.html> (28.12.2018); Aktuelles: Broschüre LChG-Historie – 70 Jahre Lebensmittelchemische Gesellschaft Broschüre Lebensmittelchemiker – Experten für Lebensmittel und Verbraucherschutz Positionspapier Lebensmittelchemie 2014 – Quo Vadis.

Vom Experiment zur Vorhersage des Bauteilverhaltens in der Festkörpermechanik*

STEFAN HARTMANN

Institut für Mechanik, TU Clausthal, Adolph-Roemer-Straße 2 a,
DE-38678 Clausthal-Zellerfeld, E-Mail: stefan.hartmann@tu-clausthal.de

Zusammenfassung

Moderne Computer-Programme zur Berechnung des Deformationsverhaltens von Bauteilen unter äußeren Belastungen bedingen physikalische Modelle. Diese sogenannten Materialmodelle liegen entweder für spezielle Materialien vor, oder sie müssen hierzu entwickelt werden. Die in den mathematischen Gleichungen auftretenden Parameter sind dann an spezielle Messungen anzupassen. Anschließend ist es möglich diese Materialmodelle in Berechnungsprogramme zu implementieren, um damit Vorhersagen komplexer Strukturen bzw. Bauteilen durchzuführen. Dieser Gesamtprozess erfordert Kenntnisse in der Durchführung von Experimenten, in der Konzeptbildung zur Entwicklung von Modellen, in der numerischen Umsetzung von meist gekoppelten partiellen Differentialgleichungen sowie in der Identifikation der in den Modellen auftretenden Materialparameter. Darüber hinaus sind Konzepte der Verifikation und Validierung der Berechnungen zu berücksichtigen und weiterzuentwickeln. Die gesamte Vorgehensweise liegt in vielen anderen Wissenschaftsgebieten vor. Hier konzentrieren wir uns auf Problemstellungen der Mechanik fester Körper.

1. Einleitung

Das Bedürfnis das Verhalten von Bauwerken, des Untergrundes (Böden), von Maschinen oder generell das Verhalten technischer, biologischer, pharmazeutischer Systeme und Strukturen vorherzusagen, haben Natur-, Lebens- und Ingenieurwissenschaftler gemeinsam. Hierbei werden mathematische Modelle herangezogen, die das Verhalten experimenteller Beobachtungen wiedergeben und zu Vorhersagen ihre Verwendung finden. Damit verbunden ist die Breite an Kenntnissen und Er-

* Der Vortrag wurde am 14.07.2018 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Key words and phrases. Experimentelle Mechanik, Kontinuumsmechanik, Numerische Mechanik, Kontinuierliche Optimierung.

fahrungen im Bereich der Durchführung von Experimenten, der mathematischen Modellbildung, der numerischen Berechnung bzw. der Weiterentwicklung numerischer Berechnungsverfahren sowie die Kalibrierung der Modelle an Messdaten erforderlich. Darüber hinaus sollten auch Aussagen über die Genauigkeit getroffen werden, die nicht nur die Präzision der numerischen Berechnung der auftretenden Gleichungen impliziert (Verifikation), sondern auch die Prognosegüte (Validierung) betreffen. Die damit verbundene Schwierigkeit ist, dass jedes Themengebiet in sich besondere Herausforderungen, Kenntnisse bzw. Erfahrungen und individuelle Möglichkeiten in Form von Kooperationspartnern unterschiedlicher Disziplinen in deren Umfeld bedingen. In diesem Beitrag beschränken wir uns daher auf Fragestellungen der Festkörpermechanik, also der Beschreibung der Bewegung bzw. Deformation materieller, fester Körper aufgrund äußerer Einwirkung.¹ So erkennt man, dass die Werkstofftechnik und Materialwissenschaften sowie die Produktionstechnik über das Experiment mit der Mechanik gekoppelt ist. Zum Teil stellt man auch einen Einzug in die Modellierung fest, da sich in zunehmendem Maße Informationen auf atomarer und molekularer Ebene mit in die Modellbildung einbeziehen lassen. Andererseits findet die anwendungsnahe Mathematik und Technomathematik eine Spielwiese in der mathematischen Modellbildung sowie der Numerik (Simulation von Randwertproblemen sowie die Entwicklung nichtlinearer Optimierungsverfahren in der Parameteridentifikation). Daher nimmt die Festkörpermechanik, aufgrund ihrer Interdisziplinarität, als möglicher Kooperationspartner eine besondere Stellung, insbesondere in größeren Forschungsk Kooperationen, ein.

Abb. 1 verdeutlicht die vier Säulen der Festkörpermechanik, die durch komplexe Bauteilsimulationen mit vorgegebenen Computerprogrammen komplettiert wird. Alle Fragestellungen sollten daraufhin in das Forschungsfeld aus Verifikation und Validierung eingebettet sein, siehe zur Terminologie (Babuska & Oden 2004).

Im Folgenden werden die Themen *Experiment*, *Modellbildung*, *Numerik* und *Materialparameteridentifikation* sowie *Verifikation* und *Validierung* in der Mechanik detaillierter angesprochen.²

2. Experimente

Die experimentelle Festkörpermechanik wurde nach ihrem ursprünglichen Erblühen in der Nachkriegszeit durch das vermehrte Anwenden der Numerischen Mechanik in den 1980er Jahren an deutschen Universitäten immer mehr zurückgefahren. Dabei hat sie sich vorwiegend mit der Untersuchung des Materialverhaltens unter

¹ Der Übergang von festem zum flüssigen Zustand ist nahtlos. Die Unterscheidung in der mathematischen Modellbildung wird in (Truesdell and Noll, 1965, Sect. 32-33) und (Haupt, 2002, Sect. 7.3.2) diskutiert.

² Es wird nur ein Auszug existierender Literatur angegeben. Der Beitrag repräsentiert daher einen persönlichen Blickwinkel.

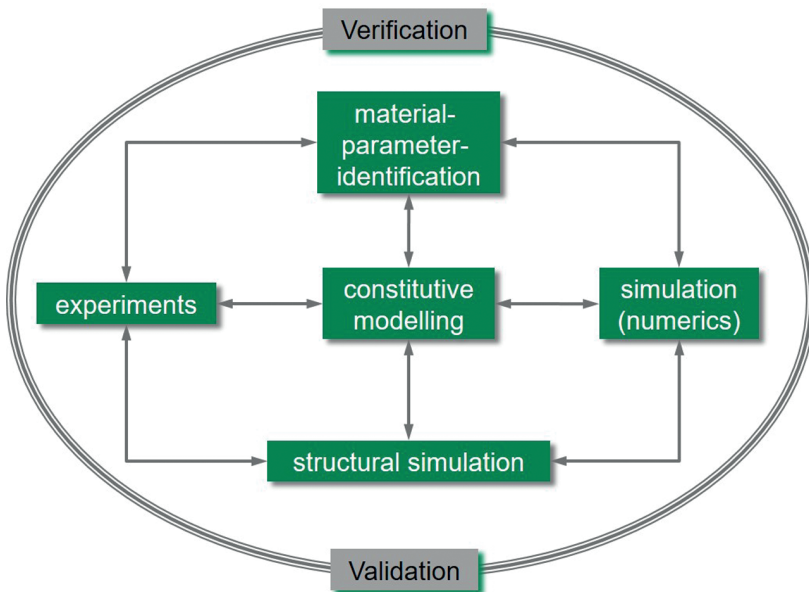


Abb. 1: Aufgaben der Festkörpermechanik.

Zug-, Druck-, Scher-, Biege-, Innendruck-, Biaxial-, und Torsionsbelastung beschäftigt. Angetrieben wurde dies zunächst vornehmlich durch den einsetzenden Kraftwerksbau mit den damit verbundenen sicherheitsrelevanten Aspekten und später durch die Umformtechnik, die sich maßgeblich mit Fragestellungen der Automobilindustrie befasste. Damit waren vorwiegend metallische Materialien von besonderem Interesse. In den letzten Jahren hat sich dies jedoch in Richtung vieler anderer Materialien (Polymere, Keramiken, Betone, Holz, . . .) geändert. Zudem sind die experimentelle Probe berührenden Messsysteme aufgrund zunehmenden Fortschritts in der Elektronik weiterentwickelt und immer höheren Genauigkeiten erreicht worden. Wegen der höheren Unterhaltungskosten der Labore mit ihrer experimentellen Ausstattung sowie des damit verbundenen personellen Aufwandes – im Vergleich zu rein theoretischen Arbeiten oder der Entwicklung von Computerprogrammen – ist dieser Zweig der Mechanik immer mehr reduziert und durch anwendungsnahe, werkstofftechnische Fachdisziplinen übernommen worden.

Die deutsche Forschungsgesellschaft der Mechanik hat sich seit den 1960er Jahren aufgrund der sich immer mehr etablierenden Berechnungsmethode, der *Methode der finiten Elemente*, welche heutzutage das Prognosewerkzeug der Wahl für das Verhalten komplexer Bauteilgeometrien in der Industrie darstellt, in Richtung der Numerischen Mechanik entwickelt. Seit wenigen Jahren jedoch werden an

einzelnen Hochschulen wieder Labore aufgebaut, da sich einerseits gezeigt hat, dass die experimentelle Durchführung mit unterschiedlichen Prozessführungen zur mathematische Modellbildung der auftretenden physikalischen Problemstellungen nur in eigenen Laboren durchführbar ist, und andererseits die Erkenntnis besteht, dass die Entwicklung vieler Materialmodelle und die Berechnung komplexer Bauteile und Strukturen, ohne eigene experimentelle Befunde bzw. deren experimentellen Unterfütterung, nur einen sehr beschränkten Erkenntnisgewinn haben (und zum Teil auch fragwürdig erscheinen). Zudem liegen heutzutage optische, d.h. berührungsfreie Messmethoden vor, die das Temperatur- und Deformationsverhalten auf einem Teilgebiet der Probenoberflächen während der Versuche aufnehmen können. Darüber hinaus können aufgrund erheblich verbesserter mikroskopischer Möglichkeiten (μ -CT Aufnahmen, FIB, SEM, . . .) auch die physikalischen Ursachen der Deformation besser interpretiert werden. Damit liegen ganz neue Möglichkeiten vor, Versuchsergebnisse des Bauteilverhaltens zu analysieren, womit sich die Mechanik gerade in den letzten Jahren zu einem sehr heterogenen Forschungsgebiet entwickelt hat. Dies ist einerseits durch die Modellbildung multiphysikalischer Ursachen (chemische, elektrische, magnetische und thermische Einwirkungen auf das Deformationsverhalten) und andererseits durch die Einbindung mikromechanischer Vorgänge zur Interpretation des makroskopischen Bauteilverhaltens verursacht. Dabei entsteht eine Mehrskaligkeit in Raum und Zeit, was sowohl die experimentelle Durchführung als auch die Modellierung vor große Herausforderungen stellt.

Neben der reinen Entwicklung der Messtechnik existieren drei große Zielsetzungen in der experimentellen Mechanik:

- (1) Zunächst liegt der Fokus auf der Durchführung von Experimenten zur Darlegung physikalischer Beobachtungen.
- (2) Nach der Entwicklung von Materialmodellen zur Beschreibung dieser Effekte müssen die in den Modellen auftretenden Materialparameter angepasst werden, was als *Materialparameteridentifikation* bzw. *Kalibrierung* bezeichnet wird.
- (3) Zur Validierung der Modelle müssen dann unabhängige Experimente mit anderen Prozessführungen oder anderen (komplexeren) Probengeometrien durchgeführt werden.

Für diese Zwecke ist man in der Festkörpermechanik an zeitlichen Belastungsprozessen interessiert, d.h. wie sich die Deformationen innerhalb eines materiellen Körpers unter einem äußeren Belastungsprozess einstellt, oder umgekehrt, wie die Spannungsantwort aufgrund eines vorgegebenen Deformationsprozesses aussieht. In der Werkstoff- oder Produktionstechnik ist dies meist nicht der Fall, da dort eher Kennzahlen zur Charakterisierung der Materialeigenschaften herangezogen werden.

2.1. Mechanische Prüfeinrichtung: In der Mechanik ist im Experiment, wie zuvor erläutert, ein verschiebungs- oder winkelsesteuerter bzw. ein kraft- oder momenten-

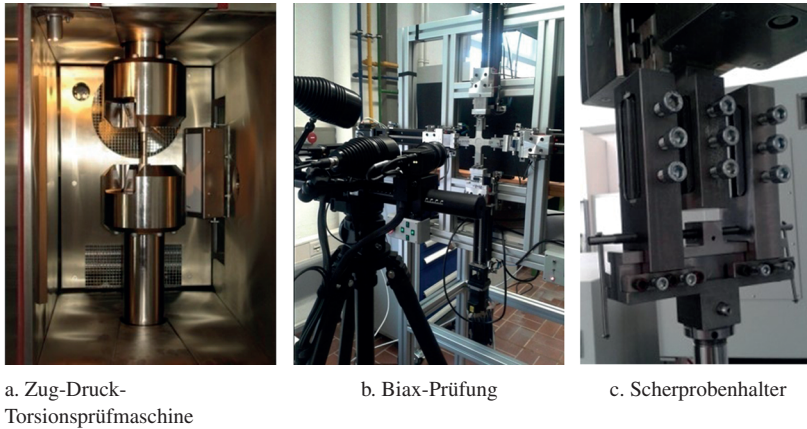


Abb. 2: Beispiele von Prüfmöglichkeiten.

gesteuerter Prozess der Zeit von Interesse. Liegt ein optischer Zugang zur Probe vor oder werden sogenannte Dehnungsmessstreifen bzw. Ansetzdehnungsaufnehmer auf der Probe appliziert, so können auch "lokale Größen" zur Messung oder auch zur Steuerung der Probenhalterbewegung einer Prüfmaschine genutzt werden. Daher muss in *Testeinrichtung* und *Messmöglichkeiten* unterschieden werden. Das Untersuchen von Materialien erfolgt durch einaxiale Zug-Druckprüfmaschinen, Biaxial- oder Triaxialprüfungen,³ Scher-, Torsions-, Biege- und Eindruckversuche oder viele andere, komplexere Untersuchungsmöglichkeiten. Abb. 2 stellt verschiedene klassische Prüfeinrichtungen dar, wohingehend Abb. 3 zugehörige Zug-, Biax und Torsionsproben wiedergibt.

2.2. Messtechnik der Deformation: Die zuvor genannten Versuche müssen mit der Messung physikalischer Größen vervollständigt werden, wobei hier Dehnungen auf der Oberfläche von Interesse sind – diese stellen eine über einen gewissen Bereich gemittelte Größe dar, die durch Dehnungsmessstreifen (DMS; Aufkleben kleiner elektrischer Bauteile, die bei einer Deformation eine Änderung des elektrischen Widerstands zeigen, siehe Abb. 4(a)), Ansetzdehnungsaufnehmer (Messung der Abstandsänderung zweier Berührungspunkte auf der Probenoberfläche, Abb. 4(b)), oder auch die Gesamtlängenänderung, gemessen mit der Bewegung der Probenhalterung in der Prüfmaschine, ermittelt werden. Heutzutage können auch optische Verfahren herangezogen werden, falls ein optischer Zugang zur Probe vorliegt.

³ Hierbei gibt es neben der Möglichkeit eines Rohres unter Innendruck und überlagerter Zug- und Torsionsbeanspruchung auch vollständige dreiaxiale Belastungseinrichtungen, siehe (Calloch and Marquis, 1999).

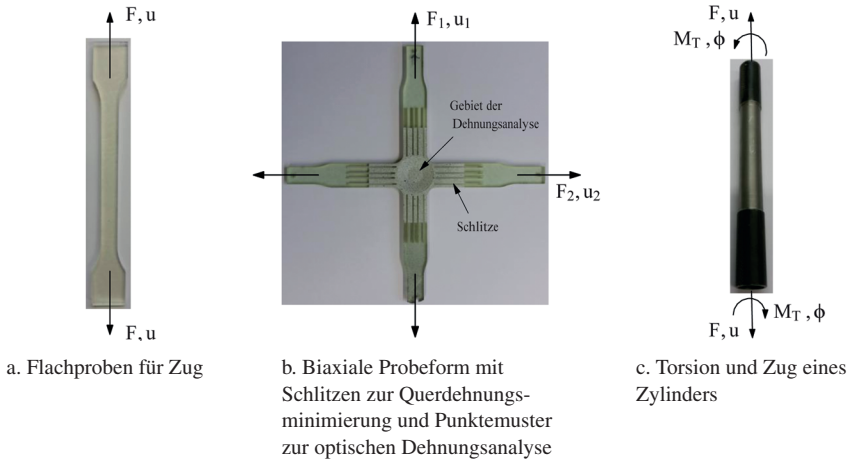
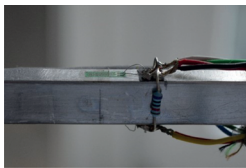


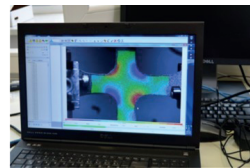
Abb. 3: Probenformen (entweder Vorgabe der Kraft $F(t)$ und Messung der Längenänderung $u(t)$ oder Steuerung von $u(t)$ und Messung von $F(t)$; analoges gilt für $F_1(t)/F_2(t)$ und $u_1(t)/u_2(t)$ sowie dem Torsionsmoment $M_T(t)$ und dem Verdrehwinkel $\phi(t)$).



(a) Dehnmessstreifen zur lokalen Messung von Dehnungen



(b) Ansatzdehnungsaufnehmer zur integralen Messung von Verzerrungen



(c) Bildkorrelationsverfahren, zur flächigen Messung von Oberflächenverzerrungen, siehe Abb. 2(b) für das Kamerasystem

Abb. 4: Beispiele von Prüfmöglichkeiten.

Hierbei werden entweder wenige oder sehr viele Marker (Punktemuster) auf die Probe aufgebracht, um aus der Bewegung der Punkte mit Bildkorrelationsverfahren die Oberflächenverzerrung zu bestimmen, siehe (Sutton et al. 2009). Damit liegt nicht nur eine Information, sondern die räumliche Verteilung der Verzerrungen und Verschiebungen in der Probenoberfläche vor, siehe Abb. 4(c). Zu weiteren optischen Verfahren siehe auch (Hild & Roux 2013). Liegt kein optischer Zugang vor, wie zum Beispiel bei Umformprozessen, so kann man sich lediglich die Abstandsänderungen der Punkte (meist durch Aufätzen der Marker auf die Oberfläche der Probe) vor und nach dem Versuch anschauen, d.h. in situ erhält man keine Dehnungsinformation,

so dass meist nur die integralen Werte wie Kraft und Verschiebung als Funktion der Zeit t der Prüfmaschine bekannt sind.

2.3. Prozessführung: Es gibt unendlich viele Prozessführungen im Experiment (zyklische Prozesse, Kriech- und Relaxationspfade, Geschwindigkeitsabhängigkeit, Bruchversuche, . . .). In (Haupt 1993) bzw. (Haupt 2002) ist daher eine Klassifikation experimenteller Beobachtungen bei isothermen Versuchen in vier Kategorien vorgeschlagen worden, um einerseits eine saubere sprachliche Trennung von Beobachtung (Geschwindigkeitsabhängigkeit bzw. -unabhängigkeit, Gleichgewichtskennlinie bzw. -hysterese), andererseits die auf diesen Beobachtungen aufbauenden Materialmodelle zu klassifizieren (Elastizität, Plastizität, Viskoelastizität, Viskoplastizität). Hierzu gibt es Grundversuche um zunächst herauszufinden, in welche Kategorie das Material (und später das Materialmodell) gehört. Zunächst wird mit unterschiedlichen Dehnungsgeschwindigkeiten die Geschwindigkeitsabhängigkeit des Materials untersucht (hierbei reicht es nicht aus nur eine doppelt so schnelle Prozessführung zu wählen, da die meisten Materialien hierauf insensitiv reagieren; es wird eher an vier Versuche mit unterschiedlichen Dehnungsraten bei einer jeweiligen Änderung der Zehnerpotenz gedacht). Zudem werden auch eine Entlastung und Wiederbelastung durchgeführt. Hierbei kann man erkennen, ob das Material geschwindigkeitsabhängiges oder -unabhängiges Materialverhalten mit oder Gleichgewichtshysterese aufweist. Für Letzteres müsste ein theoretisch unendlich langsamer Prozess erfolgen, der nicht praktikabel erscheint, und von einem mehrstufigen Relaxationsversuch ersetzt wird, zu deren praktischen Einsatz siehe (Haupt & Sedlan 2001, Hartmann 2006, Sguazzo & Hartmann 2018, Martinez Page & Hartmann 2018). Hierbei erhöht man stufenweise die Belastung und hält die Verzerrung über eine Haltezeit konstant. Diese Haltezeit hängt von dem jeweiligen Material ab. Üblicherweise nehmen die Spannungen ab und die Spannungsgeschwindigkeiten gehen gegen Null. Leider kann dies sehr lange dauern, so dass hier meist Abschätzungen (Extrapolationen) des Verhaltens angenommen werden. Liegt hierbei ein Spannungsrelaxationsverhalten vor, so stellen die Abbruchpunkte der Spannungen einen Indikator für eine Gleichgewichtshysterese oder eine Gleichgewichtslinie dar. Über diese Versuche hinaus können auch zyklische Prozesse (bis zur Ermüdung) oder Prozesse bis zum Bruch des Materials – je nach Interesse bzw. Zielsetzung – präziser charakterisieren.

Ein großes Manko meist einaxialer Prozessführungen ist dabei, dass die darauf aufbauenden Materialmodelle die mehraxialen Belastungsprozesse schlecht wiedergeben. Daher existiert die Tendenz die Triaxialität in Materialeigenschaften sowohl experimentell als auch seitens der Modellierung zu erfassen. Hierzu stehen kombinierte Zug-Druck-Torsionsversuche, siehe zum Beispiel (Haupt & Lion 1995, Haupt & Sedlan 2001) oder Rohre unter axialer, torsionaler Belastung unter Innendruck zur Verfügung. Bei Böden zieht man Triaxialzellen heran, die eher einer zweidimensionalen Belastung axialsymmetrischer Proben unter Außendruck sowie Axialbelastung darstellen, (Wood 1990).

3. Materialmodellierung

Materielle Körper unterliegen Naturgesetzen. Diese sind in Form von Bilanzgleichungen der Thermomechanik entwickelt worden. Durch das formale Herausschneiden eines Körpers aus seiner Umgebung muss eine Bilanzierung erfolgen. Hierzu gehören die *Massen-, Impuls-, Drehimpuls-, Energie und Entropiebilanz*. Werden noch elektrische und magnetische Einflüsse berücksichtigt, so liegen weitere Bilanzgleichungen vor, siehe (Eringen & Maugin 1990). Neben diesen Bilanzgleichungen existieren Materialmodelle, die die Deformation und Temperatur mit Kräften (Spannungen) und dem Wärmefluss in Zusammenhang bringen. Im Rahmen der Thermomechanik fester Körper resultieren zwei partielle Differentialgleichungen zur Bestimmung der Verschiebungen (lokale Impulsbilanz, hier für den Fall quasistatischer Prozesse, dass Wellenausbreitungsphänomene sollen nicht auftreten) und der Temperatur (lokale Wärmeleitungsgleichung),

$$\begin{aligned} \operatorname{div} \mathbf{T} + \rho \vec{k} &= \vec{0} \\ c_{\Theta}(\vec{u}, \Theta, \mathbf{q}) \dot{\Theta} &= -\kappa_{\Theta}(\vec{u}, \Theta, \mathbf{q}) \operatorname{grad} \Theta + r(\vec{u}, \dot{\vec{u}}, \Theta, \mathbf{q}). \end{aligned} \quad (1)$$

c_{Θ} und κ_{Θ} beschreiben die Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit, r eine Wärmequelle (-senke) und \vec{k} die Erdbeschleunigung. Massen- und Drehimpulsbilanz liefern jeweils zwei trivial erfüllbare Beziehungen (die Dichte in der Momentankonfiguration ρ des materiellen Körpers ist über den Deformationsgradienten mit der Dichte in der Ausgangskonfiguration ρ_R gekoppelt, $\rho_R = \rho \det \mathbf{F}$, und der Symmetrie des Spannungstensors, $\mathbf{T} = \mathbf{T}^T$). Die Entropiebilanz hingegen liefert eine Ungleichung, nämlich, dass die Entropieproduktion nicht negativ werden kann. Dies wird üblicherweise mit Hilfe der Clausius-Duhem Ungleichung formuliert, die wiederum einen direkten Einfluss auf die noch zu formulierenden Materialmodelle hat.

Seit vielen Jahrzehnten ist es die Aufgabe der Festkörpermechanik Materialmodelle zu entwickeln. Diese wurden zunächst ingenieurmäßig entwickelt und widersprachen einigen physikalischen Grundannahmen. Diese Grundannahmen sind schließlich in (Truesdell & Noll 1965) formuliert und geordnet worden, und repräsentieren verschiedene Axiome, wie die *Kausalität*, den *Determinismus*, die *Äquipräsenz*, die *Beobachterinvarianz*, die *Objektivität* und die *materielle Objektivität*, siehe hierzu auch (Eringen 1980, Krawietz 1986) sowie (Haupt 2002). Darüber hinaus sind Symmetrieeigenschaften zur Modellentwicklung anisotroper Materialien zu berücksichtigen. Materialmodelle beschreiben den Spannungszustand \mathbf{T} (Cauchyscher Spannungstensor) am materiellen Punkt \vec{X} in der Referenzkonfiguration zum Zeitpunkt t in Abhängigkeit der vergangenen Deformations- und Temperaturgeschichte

$$\mathbf{T}(\vec{X}, t) = \mathcal{F}[\mathbf{F}(\vec{X}, \tau), \Theta(\vec{X}, \tau), \vec{X}] \quad (2)$$

wobei \mathcal{F} ein Funktional darstellt (und durch gewöhnliche Differential- oder Integralgleichungen formuliert werden kann), $\mathbf{F} = \text{Grad } \vec{\chi}_R(\vec{X}, t)$ dem Deformationsgradienten entspricht und Θ die absolute Temperatur widerspiegelt. $\vec{x} = \vec{\chi}_R(\vec{X}, t)$ ist die Bewegung des materiellen Punktes $\vec{\chi}$, der sich zum Zeitpunkt t an der Stelle \vec{x} befindet. Da Integralgleichungen analytisch als auch numerisch schlecht zu lösen sind, haben sich gewöhnliche Differentialgleichung durchgesetzt, um geschichtsabhängiges Materialverhalten zu beschreiben. Dies führte auf die *Theorie der inneren Variablen*, also solchen Variablen, die wir physikalisch motivieren können, jedoch experimentell nicht identifizieren können, siehe (Coleman & Gurtin 1967). Die Entwicklungsgleichungen der inneren Variablen dienen zur Beschreibung des nichtlinearen, geschichtsabhängigen Verfestigungsverhaltens und bedingt die Kunst des Modellierers geeignete Modelle zu entwickeln, die insbesondere dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (Entropieungleichung) sowie den oben genannten Axiomen genügen müssen. Hierzu ist eine Vielzahl an Materialmodellen entstanden, welche die folgende mathematische Struktur haben,

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{T}} &= \dot{\mathbf{h}}(\mathbf{C}, \Theta, \mathbf{q}) \\ \mathbf{A}\dot{\mathbf{q}}(t) &= \mathbf{r}(\mathbf{C}, \Theta, \mathbf{q})\end{aligned}\quad (3)$$

bzw. bei kleinen Verzerrungen

$$\begin{aligned}\mathbf{T} &= \mathbf{h}(\mathbf{E}, \Theta, \mathbf{q}) \\ \mathbf{A}\dot{\mathbf{q}}(t) &= \mathbf{r}(\mathbf{E}, \Theta, \mathbf{q}),\end{aligned}\quad (4)$$

siehe auch (Lemaitre and Chaboche 1990). $\mathbf{C} = \mathbf{F}^T \mathbf{F}$ ist der rechte Cauchy-Green Tensor und $\dot{\mathbf{T}} = (\det \mathbf{F}) \mathbf{F}^{-1} \mathbf{T} \mathbf{F}^{-T}$ der 2. Piola-Kirchhoffsche Spannungstensor. $\mathbf{E}(\vec{x}, t) = (\text{grad } \vec{u}(\vec{x}, t) + \text{grad } \vec{u}^T(\vec{x}, t))/2$ definiert den linearisierten Greenschen Verzerrungstensor und $\mathbf{q}^T = \{q_1, q_2, \dots, q_{n_q}\}$ den Vektor der inneren Variablen (die skalarwertig oder tensorwertig sein können; hier sind nur die Komponenten assembliert). Da auch algebraische Zwänge auftreten können, zum Beispiel bei Modellen der geschwindigkeitsunabhängigen Plastizität mit Fließfläche, kann \mathbf{A} eine singuläre Matrix darstellen.

Der Spannungszustand hängt von dem Verzerrungszustand \mathbf{E} ab, der wiederum von den drei Verschiebungskomponenten \vec{u} bestimmt ist. Zudem liegt die Abhängigkeit von der Temperatur Θ vor. Demgegenüber stehen vier partielle Differentialgleichungen für den Impuls und die Temperatur. Die inneren Variablen sind hingegen in dieser Modellbildung nicht durch partielle sondern nur durch gewöhnliche Differentialgleichungen bestimmt. Bevor wir auf die Lösung von \vec{u} , Θ und \mathbf{q} kommen, müssen noch weitere Anmerkungen bzgl. weiterer Modellierungskonzepte angemerkt werden.

Neben dieser als klassische Modellierung angesehene Vorgehensweise gibt es weitere Modellierungsansätze. So werden zum Beispiel die inneren Variablen

ebenfalls als partielle Differentialgleichungen formuliert, um zum Beispiel die Schädigung in Materialien zu beschreiben, siehe z.B. (Nedjar 2016). Dazu werden auch nichtlokale Modelle herangezogen, um Größeneffekte von Probenmaterialien zu berücksichtigen, die sogenannte Gradientenplastizität, siehe (Bertram 2017, Grammenoudis & Tsakmakis 2005). Auch werden mikromechanische (und auch in den Skalen darunter) Modelle numerisch gelöst, um mehr physikalische Effekte in die Modellbildung mit einzubeziehen (Molekulardynamik, Homogenisierungsverfahren, FE^2 , FFT, . . .), siehe auch (Geers et al. 2010, Müller et al. 2015). Die große Herausforderung ist hier die numerische Umsetzung bzw. der numerische Aufwand, um reale Bauteilsimulationen wiederzugeben.

4. Numerische Simulation

Zunächst war die numerische Simulation des Anfangsrandwertproblems (1) in Verbindung mit Materialmodellen vom Typ (3) bzw. (4) – bedingt durch die historische Code-Entwicklung der Methode der finiten Elemente – erfahrungsgestrieben. So wurde die partielle Differentialgleichung (1)₁ in die für die Methode der finiten Elemente erforderliche schwache Formulierung, in das Prinzip der virtuelle Verschiebungen überführt und ehemalige Finite-Elemente Programme für lineare Problemstellungen auf nichtlineare Fragestellungen geändert. Dies erfolgte zunächst für eine inkrementelle Formulierung der Impulsbilanz (1)₁ und erst anschließend in die derzeit am meisten verwendete Form des Prinzips der virtuellen Verschiebung. Intuitiv richtig hat man die Belastung stückweise aufgebracht – was der Zeitintegration entspricht – und das dabei entstehende nichtlineare Gleichungssystem so lange iteriert, bis dieses unter Einbindung der Materialmodelle (4) gegen eine Lösung konvergierte, siehe (Zienkiewicz 1984)⁴. Die wesentliche Schwierigkeit war hierbei die Einbindung der Materialmodelle vom Evolutionsgleichungstyp. Mit dem grundlegenden Artikel zur Behandlung solcher Materialmodelle (zunächst ein Modell der Elastoplastizität) haben Simo and Taylor (1985) die Begriffsbildung der *konsistenten* Linearisierung bei dieser Fragestellung geprägt. Hierbei haben sie den Satz über implizite Funktionen bei der Auswertung ihrer Gleichungen intuitiv richtig angewendet, um ein zu jedem Zeitpunkt quadratisch konvergierendes Verfahren zu erhalten. Aufgrund numerischer Untersuchungen der Iterierten hatten sie jedoch leider das Gesamtverfahren als Newton-Raphson Verfahren interpretiert. Viele Forscher folgen weiterhin dieser nicht in jedem Fall richtigen Terminologie. Diesbezüglich muss eine vertiefendene Begründung angefügt werden. In der Dissertation von (Wittekindt 1991) ist der Bezug der zuvor genannten Fragestellung der numerischen Festkörpermechanik zu mathematischen Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen gezogen und als Anwendung der vertikalen Linienmethode interpretiert worden.

⁴ Deutsche Übersetzung der 3. Auflage der englischsprachigen Ausgabe von 1977.

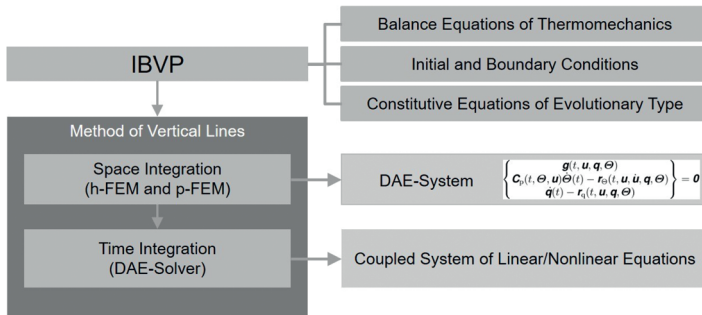


Abb. 5: Vertikale Linienmethode zur Lösung thermomechanischer Problemstellungen unter Einbindung von Materialmodellen vom Evolutionsgleichungstyp.

Hierbei wird zunächst die Raumdiskretisierung durchgeführt, hier die Methode der finiten Elemente, und anschließend ein Zeitdiskretisierungsverfahren auf die nach der Raumdiskretisierung entstehenden Gleichungen angewendet, siehe Abb. 5. Dies führt nach der Raumdiskretisierung der Gleichungen (1) und (4) auf das Algebra-Differentialgleichungssystem (DAE-System)

$$\begin{aligned} \mathbf{g}(t, \mathbf{u}, \mathbf{q}) &= \mathbf{0}, \\ \mathbf{A}\dot{\mathbf{q}}(t) &= \mathbf{r}_q(t, \mathbf{u}, \mathbf{q}), \end{aligned} \quad (5)$$

bei isothermen Problemstellungen bzw. bei thermomechanisch gekoppelten Fragestellungen auf

$$\begin{aligned} \mathbf{g}(t, \mathbf{u}, \Theta, \mathbf{q}) &= \mathbf{0}, \\ \mathbf{C}_\Theta \dot{\Theta}(t) &= \mathbf{r}_\Theta(t, \mathbf{u}, \dot{\mathbf{u}}, \Theta, \mathbf{q}), \\ \mathbf{A}\dot{\mathbf{q}}(t) &= \mathbf{r}_q(t, \mathbf{u}, \Theta, \mathbf{q}), \end{aligned} \quad (6)$$

$\mathbf{g} \in \mathbb{R}^{n_u}$, $\mathbf{r}_\Theta \in \mathbb{R}^{n_\Theta}$, $\mathbf{r}_q \in \mathbb{R}^{n_q}$, zuzüglich geeigneter Anfangsbedingungen. Hierbei stellen $\mathbf{u} \in \mathbb{R}^{n_u}$ und $\Theta \in \mathbb{R}^{n_\Theta}$ die unbekannten Knotenverschiebungen bzw. -temperaturen dar, und $\mathbf{q} \in \mathbb{R}^{n_q}$ repräsentiert den Vektor aller an allen räumlichen Integrationspunkten (üblicherweise Gauss-Punkte) auszuwertenden inneren Variablen. $\mathbf{C}_\Theta = \mathbf{C}_\Theta(t, \mathbf{u}, \Theta, \mathbf{q}) \in \mathbb{R}^{n_\Theta \times n_\Theta}$ gibt die Wärmekapazitätsmatrix wieder. Fritzen (1997) hat diese Vorgehensweise dann im selben Fachgebiet der TU Darmstadt fortgesetzt und numerische Verfahren höherer Konvergenzordnung im Zeitbereich auf das DAE-System (5) angewendet. Dies hat wiederum Peter Ellsiepen, der durch diese Vorgehensweise an der gleichen Alma Mater der beiden Vorgänger geprägt wurde (und zur Promotion an die Universität Stuttgart wechselte), auf die Theorie

poröser Medien übertragen, (Ellsiepen 1999). Hierbei kam die Klasse einfach genauer, diagonal-impliziter Runge-Kutta Verfahren (SDIRK) zur Zeitintegration der DAE-Systeme zum Einsatz, wobei das einfachste darin enthaltene Verfahren das implizite Euler-Verfahren darstellt. Diese Verfahren (hier im nachfolgenden dargestellt) führt in jedem Zeitpunkt t_{n+1} auf ein gekoppeltes nichtlineares Gleichungssystem

$$\begin{aligned} \mathbf{G}(t_{n+1}, \mathbf{u}_{n+1}, \boldsymbol{\Theta}_{n+1}, \mathbf{q}_{n+1}) &= \mathbf{0} \\ \mathbf{L}(t_{n+1}, \mathbf{u}_{n+1}, \boldsymbol{\Theta}_{n+1}, \mathbf{q}_{n+1}) &= \mathbf{0}, \end{aligned} \quad (7)$$

$$\mathbf{G} \in \mathbb{R}^{n_u+n_\Theta}, \mathbf{L} \in \mathbb{R}^{n_q}$$

Parallel zu diesen Erkenntnissen und Untersuchungen hat der Autor die Frage verfolgt, welches Lösungsverfahren zur Berechnung des nichtlinearen Gleichungssystems (7) herangezogen wird, welches auf die in der Methode der finiten Elemente übliche, geschachtelte iterative Berechnung (globales Newton-Raphson Verfahren zur Berechnung der Knotenverschiebungen \mathbf{u}_{n+1} (und Knotentemperaturen $\boldsymbol{\Theta}_{n+1}$) und der inneren Schleife zur Berechnung der inneren Variablen \mathbf{q}_{n+1} an den räumlichen Integrationspunkten (Gauss-Punkten)) mit dem durch Simo and Taylor (1985) geprägten Verfahren übereinstimmt. In (Hartmann 1998) ist gezeigt worden, dass dies dem sogenannten Multilevel-Newton Algorithmus (MLNA) entspricht, welcher bereits im Zusammenhang mit der numerischen Lösung elektrischer Netzwerke, (Rabbat et al. 1979), sowie nichtlinearer Optimierungsprobleme, (Hoyer & Schmidt 1984), bekannt war.⁵ In dem grundlegenden Beitrag (Ellsiepen & Hartmann 2001) ist dies dann publiziert worden, siehe auch (Hartmann 2005). Damit ist nunmehr klar, dass die in (Simo & Taylor 1985) dargestellte numerische Vorgehensweise nicht dem Newton-Raphson Verfahren entspricht. Bei genauerer Betrachtung ist zudem anzumerken, dass die gesamte Algorithmik aus Anwendung des impliziten Euler-Verfahrens und des MLNA auf die Lösung eines Algebro-Differentialgleichungssystems bereits in (Rabbat et al. 1979), d.h. einer anderen wissenschaftlichen Community, bekannt war, siehe auch (Hartmann 1998).

Mit diesen Erkenntnissen sind eine Reihe von weiteren Untersuchungen und Anwendungen erfolgt, wie die Reaktionskraftberechnung bei Verschiebungssteuerung, der Einbindung von Nebenbedingungen wie plastische Inkompressibilität durch Projektionsverfahren, der Anwendung unterschiedlicher nichtlinearer Gleichungslöser, der Übertragung auf Fragen der Dynamik, der Übertragung auf große Deformationen, sowie der Erweiterung auf Mehrfeldprobleme, wie der thermischen Fluid-Struktur-Interaktion und der Elektro-Thermomechanik bei Sinterprozessen. Die numerische Zeitintegration der SDIRK-Verfahren hat – neben höheren Genau-

⁵ An dieser Stelle möchte sich der Autor nochmals recht herzlich bei Professor H. Schwetlick (TU Dresden) bedanken, der auf Nachfragen den Hinweis auf die Publikationen gegeben hat.

igkeiten – zudem den Vorteil, dass eine Schrittweitensteuerung auf der Basis der Schätzung der Zeitschritte durch fast verschwindenden Mehraufwand bereitgestellt wird, so dass damit heutzutage insbesondere Prozesse wie Kriechen oder Relaxation in sinnvollen Berechnungszeiten möglich sind. Des Weiteren löst die Zeitadaptivität auch die Frage nach einer geeigneten Schrittweite $\Delta t_n = t_{n+1} - t_n$ bei gekoppelten Feldproblemen durch die Fehlerschätzer. Darüber hinaus bestand auch die Frage, ob andere Zeitintegrationsverfahren attraktiver sind, um den Aufwand der Berechnungen zu reduzieren. Hierzu sind BDF-Verfahren, zum Beispiel in (Eckert et al. 2004), oder Rosenbrock- bzw. halb-explizite Runge-Kutta Verfahren in (Rothe et al. 2012) herangezogen worden, um das DAE-System (6) zu behandeln. Auch ist der Frage gefolgt worden, ob man nicht nur den Zeitdiskretisierungsfehler durch Verfahren höherer Ordnung in Kombination mit Zeitadaptivität reduzieren kann, sondern auch den Raumfehler mit Finiten-Elementen höherer Ansatzordnung zu kombinieren, um den Diskretisierungsfehler zur Lösung der partiellen Differentialgleichungen (1) in Kombination mit den Materialmodellen vom Evolutionsgleichungstyp zu minimieren. Hierzu ist die p-Version der Methode der finiten Elemente, siehe (Szabo & Babuska 1991, Düster 2002), mit SDIRK und Rosenbrock-Verfahren kombiniert worden, (Netz et al. 2013, Netz & Hartmann 2015). Jüngste Untersuchungen sind hierbei sogenannte Kontaktprobleme bei denen zwei deformierbarer Körper in Kontakt treten, die mit SDIRK-Verfahren und Schrittweitensteuerung sowie einer Mortar-Kontaktformulierung gekoppelt wurden, (Grafehorst 2018). Es gibt aber auch Nachteile dieser Vorgehensweise. So wird zum Beispiel die zeitliche Konvergenzordnung bei nichtlinearen Dirichlet-Randbedingungen parabolischer und hyperbolischer Problemstellungen nicht erreicht und nur durch einen Trick berücksichtigt, (Alonso-Mallo 2002, Alonso-Mallo & Cano 2004, Rothe et al. 2015). Auch sind Fragen bei Problemen mit unterschiedlichen Zeitskalen derzeit offen, wie sie in mehrskaligen und multiphysikalischen Problemstellungen auftreten können.

5. Materialparameteridentifikation

Die in den Gleichungen (3) bzw. (4), bzw. auch in der Wärmeleitungsgleichung auftretenden Materialmodelle haben bisher noch unbestimmte Materialparameter $\kappa \in \mathbb{R}^{n_\kappa}$, die an geeignete experimentelle Daten $\mathbf{d} \in \mathbb{R}^{n_d}$ anzupassen sind. Eine konzeptionelle Vorgehensweise ist die Methode der kleinsten Quadrate (least-square method), bei der das Quadrat des Abstandes $\tilde{\mathbf{r}}(\kappa)$ aus dem Modell $\mathbf{s}(\kappa)$ und den experimentellen Daten \mathbf{d} minimal sein soll

$$f(\kappa) = \frac{1}{2} \tilde{\mathbf{r}}^T(\kappa) \tilde{\mathbf{r}}(\kappa) = \frac{1}{2} \{ \mathbf{s}(\kappa) - \mathbf{d} \}^T \{ \mathbf{s}(\kappa) - \mathbf{d} \} \rightarrow \min. \quad (8)$$

Diese Fragestellung ist insbesondere in den 1970-Jahren intensiv für allgemeine Fragestellungen untersucht worden, (Beveridge and Schechter, 1970; Beck and Arnold, 1977) bzw. (Draper and Smith, 1998). Dabei entstehen entweder lineare

oder nichtlineare zu lösende Gleichungssysteme, die mit sogenannten numerischen Optimierungsmethoden mit und ohne Nebenbedingungen iterativ gelöst werden, siehe zum Beispiel (Spellucci 1993, Dennis & Schnabel 1996, Nocedal & Wright, 1999). Über die Anwendung solcher Methoden im Rahmen der Festkörpermechanik sei zunächst auf (Thielecke 1997) verwiesen. Man kann aber sagen, dass nur relativ wenige deutsche Wissenschaftler auf diesem Gebiet arbeiten, da hierbei die Bandbreite aus Experiment, Modellbildung und Numerik erforderlich ist und zudem eine erfahrungsbasierte Vorgehensweise zur Bestimmung der Parameter durchzuführen ist. Leider gibt es derzeit kein Verfahren, welches auf beliebige Modelle anwendbar erscheint.

Die Materialparameteridentifikation stellt ein sogenanntes *inverses Problem* dar, da man aus einer beschränkten Anzahl an Messinformationen auf die zugehörigen Parameter der Modellvorhersage schließen muss. Dies führt nur in Spezialfällen zu eindeutigen Lösungen. Daher existieren eine Reihe von Fragestellungen, die von Interesse sind:

- (1) Welches numerische Verfahren ist geeignet, um Problem (8) auch unter Einbindung von Ungleichungsnebenbedingungen effizient zu lösen?
- (2) Welche (numerischen) Vorgehensweisen existieren zur Bestimmung der Materialparameter des Problems (3) bzw. (4)?
- (3) Wie und mit welchem Experiment kann man die Materialparameter (evtl. einzeln) ansprechen? Was sind die experimentellen Daten, die durch das Experiment geliefert werden können?
- (4) Wie ist die Qualität (Sensitivität gegenüber Messfehler, Eindeutigkeit, . . .) der gefundenen Parameter?
- (5) Gibt es überhaupt Experimente und Belastungsprozesse, welche die Materialparameter adressieren?
- (6) Existieren spezielle Reihenfolgen der Identifikation, d.h. das Heranziehen spezieller Messungen um mit Untermengen an Parametern aus \mathbf{K} den gesamten Satz an Parametern zu bestimmen?

Üblicherweise werden Gauss-Newton ähnliche Verfahren herangezogen, um das Minimalproblem (8) zu behandeln, die lediglich lokale Minima detektieren können. Andere Verfahren, wie zum Beispiel die Evolutionsstrategie, siehe (Rechenberg 1973), erfordern eine sehr hohe Anzahl an Auswertungen und sind bei teuren Berechnungen von $\mathbf{s}(\mathbf{K})$ ineffizient. Heutzutage sind die Algorithmen derart stabil programmiert, dass man üblicherweise einen Satz an Parametern erhält. Leider liegen zum Teil Parameter außerhalb physikalisch sinnvoller Bereiche vor, sie variieren bei geänderten Startbedingungen der zumeist iterativen Verfahren oder die Lösungen des Modells $\mathbf{s}(\mathbf{K})$ sehen unzureichend aus. Daher besteht die Frage nach der Qualität bzw. Maßen zur Charakterisierung der Qualität des Identifikationsprozesses. Aufgrund der üblicherweise nichtlinearen Least-Square

Problematik kann man das Problem in der Lösung κ^* durch ein lineares Least-Square Problem nähern und abschätzende Maße wie das Konfidenzintervall oder die Korrelation zwischen Parametern sowie mit Hilfe der Hesse-Matrix auch das Konzept der Identifizierbarkeit verwenden, (Beveridge & Schechter 1970; Beck & Arnold 1977), siehe auch (Hartmann & Gilbert 2002, Hartmann et al. 2018). Insbesondere das Konzept der Identifizierbarkeit kann dazu dienen, um herauszufinden, welche Experimente überhaupt geeignet sind gewisse Materialparameter anzusprechen. Auch kann man sehr schnell feststellen, dass es zum Teil unmöglich ist, alle Materialparameter gleichzeitig zu identifizieren. Hierbei sind gewisse Untermengen an Parametern an spezielle Experimente anzupassen (Beispiel: Materialmodelle vom Überspannungstyp). Mit anderen Worten muss die Kenntnis über das Verhalten des Modells vorliegen, um Parameter identifizieren zu können, bzw. umgekehrt die Kenntnis der Identifizierbarkeit der Parameter muss auch in die Modellierung eingehen. Gerade diese Fragen haben auch dazu geführt, dass die Materialmodellentwicklung von der Identifizierbarkeit abhängig ist. Die Parameteridentifikation, d.h. die Kalibrierung des Modells an Messdaten, stellt daher einen erfahrungsbasierten Prozess dar.

Da zumeist keine optischen Messdaten über die Deformation (oder auch Temperatur) auf den Oberflächen der Proben vorliegen, sondern lediglich resultierende Traversenverschiebungen – oder lokale Dehnungen (Dehnungsmessstreifen, Ansatzdehnungsaufnehmer, siehe Abschnitt 2) – oder Kräfte durch Experimente aufgenommen werden, sind Zugversuche (oder auch Torsionsversuche dünnwandiger Rohrquerschnitte) üblicherweise die erste Wahl, um unter der Annahme homogener Deformationen und Spannungen (die Verzerrungen und Spannungen werden hierbei in einem gewissen Gebiet der Probe als konstant angesehen) die Materialgleichungen (3) bzw. (4) komponentenweise auszuwerten. Ein häufiger Trugschluss liegt darin, dass man stattdessen eindimensional entwickelte Materialmodelle heranzieht und nicht die dreidimensionalen Gleichungen für den Spezialfall des einaxialen Zuges auswertet, was üblicherweise zu anderen Beziehungen und damit auch zu unterschiedlichen Materialparametern führt. Daher ist in (Krämer et al. 2015) ein Verfahren vorgestellt worden, welches dieses konsistent durch die DAE-Interpretation umgeht und den Vorteil hat, dass direkt der für die Finite-Elemente Berechnung erforderliche Spannungsalgorithmus inklusive der erzeugten konsistenten Tangenten verwendet werden kann.

Liegen keine homogenen Deformationen in einer Probe vor (was meist der Fall ist, wenn man von den sehr wenigen zuvor genannten Versuchen absieht), so muss zur Bestimmung von $\mathbf{s}(\kappa)$ das gesamte Anfangsrandwertproblem (1) und (4) gelöst werden. Dies wurde intensiv von (Andresen et al. 1996, Mahnken & Stein 1996, 1997) vorangetrieben (für weitere Literatur siehe (Hartmann 2017)). Leider ist hierbei jedoch nicht auf die konsistente Interpretation des Lösungskonzeptes der vertikalen Linienmethode aus Abschnitt 4 zurückgegriffen, d.h. der Lösung von DAE-Systemen, eingegangen worden. Schaut man in die mathematische Literatur

zur Identifikation von Parametern bei gewöhnlichen Differentialgleichungen, DAE-Systemen oder auch partiellen Differentialgleichungen, so ist dort das Werk von Schittkowski (2002) zu erwähnen, in welchem diese Fragestellungen adressiert werden. Hierbei werden anstelle der numerischen Differentiation des gesamten Codes (external numerical differentiation) von den in Gauss-Newton ähnlichen Verfahren erforderlichen Funktionalmatrizen analytisch aufgestellt (internal numerical differentiation), was einen enormen Rechenzeitgewinn verspricht. Zudem ist hiermit eine durchgängige Darstellung gefunden worden, die auf viele weitere DAE-Löser und Problemstellungen adaptierbar ist. Dies wird in (Hartmann 2017) untersucht und auf das DAE-System (5) übertragen, so dass eine konsistente Darstellung und Algorithmik existiert. Dabei wird für jeden Zeitpunkt t_{n+1} aus dem System (7) in der Form (hier nur dargestellt für den isothermen Fall und Problemen ohne Kräfte als Messdaten)

$$\begin{aligned} \mathbf{G}(t_{n+1}, \mathbf{u}_{n+1}(\boldsymbol{\kappa}), \mathbf{q}_{n+1}(\boldsymbol{\kappa}), \boldsymbol{\kappa}) &= \mathbf{0} \\ \mathbf{L}(t_{n+1}, \mathbf{u}_{n+1}(\boldsymbol{\kappa}), \mathbf{q}_{n+1}(\boldsymbol{\kappa}), \mathbf{q}_n(\boldsymbol{\kappa}), \boldsymbol{\kappa}) &= \mathbf{0}, \end{aligned} \quad (9)$$

die für das Gauss-Newton ähnliche Verfahren erforderliche Matrix $\partial \mathbf{u}_{n+1} / \partial \boldsymbol{\kappa}$ bestimmt.

Alternativ zu Gauss-Newton ähnlichen Verfahren bei Least-Square Problemen sind zum Beispiel die *Virtual-Field Method*, (Pierron & Grédiac 2012), probabilistische Verfahren, (Tarantola 2005, Rosić et al. 2013), oder auch Neuronale Netze, (Huber & Tsakmakis 1999a,b), welche aber alle nicht die Problematik der Qualität der Parameter verbessern können. Auf diese Verfahren sei hier nicht im Speziellen eingegangen.

6. Verifikation und Validierung

Da numerische Modelle zur Vorhersage des realen Bauteilverhaltens dienen, besteht die Frage nach der Qualität einer solchen Prognose. Es gibt eine Vielzahl an Unsicherheiten, die hierbei eingehen. Zunächst basieren die Erkenntnisse nur auf einer beschränkten Anzahl an Experimenten, die bereits zu fehlerbehafteten Daten führen. Dann werden Identifikationstools herangezogen, um die Materialparameter von ausgewählten Materialmodellen zu bestimmen, und zuletzt werden Simulationen durchgeführt, bei denen unsichere Anfangs- und Randbedingungen (Lagerungen, Belastungen) sowie Näherungsalgorithmen zur Berechnung eingehen. Daher muss man sich die Frage stellen, wie einerseits die Ergebnisse produziert werden und andererseits welche Aussagekraft sie haben? Diese Problemstellung ist gekoppelt mit dem Forschungszweig *Verifikation und Validierung* (V&V). Zunächst muss hierbei die terminologische Differenzierung von Verifikation und Validierung erfolgen, da diese sehr häufig als Synonyme ihre Verwendung finden.

Diese Diskussion ist in dem grundlegenden Beitrag von Babuska & Oden (2004) behandelt worden. Eine sehr grobe Veranschaulichung in Form von Fragen lassen sich folgendermaßen angeben: Verifikation behandelte die Frage “Löst man die Gleichungen richtig?”, und Validierung diskutiert “Löst man die richtigen Gleichungen?”. Die Verifikation wird hierbei so verstanden, dass es zunächst nicht darauf ankommt, ob die Physik richtig beschrieben wird, sondern, ob das numerische Berechnungsverfahren “richtige” Antworten liefert. Dies bedeutet, dass man Aussagen über die numerische Genauigkeit der Lösung der partiellen Differentialgleichung angeben kann und ist einerseits mit Code-Verifikation und andererseits mit der Berechnungsverifikation verbunden. In diesem Sinne ist Verifikation ein Prozess mit dem man die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Berechnung sichert. Die Code-Verifikation repräsentiert daher die Überprüfung der Implementierung des mathematischen Modells, was mitunter auch den Vergleich zu analytischen Lösungen oder den Vergleich zu hochgenauen Lösungen anderer Verfahren impliziert. Die Berechnungsverifikation hingegen umschreibt die Bewertung der Genauigkeit der Berechnung und ist verbunden mit Zeit- und Raumadaptivität des Lösungsverfahrens, um unterhalb von nutzerdefinierten Fehlertoleranzen zu bleiben. Derzeit gibt es leider kein allgemeingültiges adaptives Verfahren für die Problemstellung (1) und (4). Die Validierung beinhaltet hingegen den Vergleich aus Vorhersage und numerischer Prädiktion, wozu Maße über die Qualität heranzuziehen sind. Auch die Validierung ist ein Prozess, bei dem die Genauigkeit des physikalischen Modells im Hinblick auf dessen Verwendungszweck behandelt wird.

Das Konzept aus V&V ist mittlerweile als Empfehlung in die Normen der “American Society of Mechanical Engineers” eingegangen, (The American Society of Mechanical Engineers, 2006) und ist stark verbunden mit der Berücksichtigung von Unsicherheiten, siehe hierzu auch (Oberkampf & Trucano 2002, Roache 1998, Schwer 2001). Insbesondere sei auch auf die Modelladaptivität hingewiesen, d.h. man passt nicht nur die Diskretisierungsverfahren an numerische Ungenauigkeiten an, sondern auch die Materialmodelle, (Oden 2018). In diesem Sinne ist die zum Anfang jeder Modellierung gefragte Zielsetzung des Modells von hohem Interesse, da zu komplexe Modelle manchmal für die eigentliche, ursächliche Zielsetzung bei weitem zu anspruchsvoll und damit nicht erforderlich sind. V&V ist ein sehr aktuelles sowie offenes Feld und wird leider in Deutschland im Bereich der Festkörpermechanik nur punktuell behandelt.

7. Zusammenfassung

Die Modellierung von Materialeigenschaften für Materialien unseres täglichen Gebrauchs, im Gebrauch selbst sowie in seiner Herstellung, unterliegt zunächst des Interesses nach der ursächlichen Intention, für was das Modell konzipiert werden soll. Hierauf aufbauend entsteht ein Prozess zur Durchführung von Experimenten,

der Entwicklung mathematischer Modelle unter Berücksichtigung physikalischer Restriktionen, einer konsistenten numerischen Behandlung und der Kalibrierung an die zuvor durchgeführten Experimente bzw. deren experimentellen Daten. Dieser Prozess ist in seiner vollständigen Durchdringung der verwendeten Numerik nahezu abgeschlossen. Damit ist jedoch nicht der Aufwand impliziert, der bei neuen physikalischen Phänomenen für bisher noch nicht modellierte Materialien auftritt, sowohl in der Durchführung der Experimente, als auch in der Modellbildung und Parameteridentifikation. Alles in allem stellt dies einen aufwändigen, erfahrungs-basierten Prozess dar. Bei Mehrfeldproblemen exponiert sich der Aufwand durch die physikalischen Kopplungen und bei Mehrskaligkeit ist derzeit die Behandlung der Gesamtproblematik aus Experiment, Modellbildung, Numerik und Identifikation ein vollkommen offenes Feld. Umklammert wird dies durch kontinuierliche Verifikation der Programmierungen und der Validierung der physikalischen Modellbildung unter Berücksichtigung von Unsicherheiten. Wenn man die vergangenen 50 Jahre als fortschreitende Entwicklung betrachtet, so liegt eine gewisse Zuversicht für die Lösung der vielen anstehenden Probleme vor.

Literatur

- ALONSO-MALLO, I. (2002): Runge-Kutta methods without order reduction for linear initial boundary value problems. – *Numerische Mathematik* **91**: 577–603.
- ALONSO-MALLO, I. & B. CANO (2004): Avoiding order reduction of Runge-Kutta discretizations for linear time-dependent parabolic problems. – *BIT Numerical Mathematics* **44**: 1–20.
- ANDRESEN, K., S. DANNEMEYER, H. FRIEBE, R. MAHNKEN, R. RITTER & E. STEIN (1996): Parameteridentifikation für ein plastisches Stoffgesetz mit FE-Methoden und Rasterverfahren. – *Bauingenieur* **71**: 21–31.
- BABUSKA, I. & J.T. ODEN (2004): Verification and validation in computational engineering and science: basic concepts. – *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, **193**: 4057–4066.
- BECK, J.V. & K.J. ARNOLD (1977): Parameter estimation in engineering science. John Wiley & Sons, New York, 1st edition.
- BERTRAM, A. (2017): Compendium on gradient materials. http://www.redaktion.tu-berlin.de/fileadmin/fg49/publikationen/bertram/Compendium_on_Gradient_Materials_Dec_2017.pdf. Accessed: 2018-12-15.
- BEVERIDGE, G.S.G. & R.S. SCHECHTER (1970): Optimization: theory and practice. McGraw-Hill Book Company, New York, 1st edition.
- CALLOCH, S. & D. MARQUIS (1999): Triaxial tension-compression tests for multiaxial cyclic plasticity. – *International Journal of Plasticity* **15**: 521–549.

COLEMAN, B.D. & M.E. GURTIN (1967): Thermodynamics with internal state variables. – *The Journal of Chemical Physics* **47**: 597–613.

DENNIS, J.E. & R.B. SCHNABEL (1996): Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations, volume 16 of *Classics in Applied Mathematics*. SIAM Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia.

DRAPER, N.R. & H. SMITH (1998): *Applied regression analysis*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 3 edition.

DÜSTER, A. (2002): *High order finite elements for three-dimensional, thin-walled nonlinear continua*. Shaker Verlag, Aachen.

ECKERT, S., H. BAASER, D. GROSS & O. SCHERF (2004): A BDF2 integration method with stepsize control for elastoplasticity. – *Computational Mechanics* **34**(5): 377–386.

ELLSIEPEN, P. (1999): *Zeitund ortsadaptive Verfahren angewandt auf Mehrphasenprobleme poröser Medien*. Doctoral thesis, Institute of Mechanics II, University of Stuttgart. Report No. II-3.

ELLSIEPEN, P. & S. HARTMANN (2001): Remarks on the interpretation of current non-linear finite-elementanalyses as differential-algebraic equations. – *International Journal for Numerical Methods in Engineering* **51**: 679–707.

ERINGEN, A.C. (1980): *Mechanics of Continua*. R.E. Krieger Publishing Company, New York, 2nd edition.

ERINGEN, A.C. & G.A. MAUGIN (1990): *Electrodynamics of Continua I: Foundations and solid media*. Springer-Verlag, New York, 1 edition.

FRITZEN, P. (1997): *Numerische Behandlung nichtlinearer Probleme der Elastizitäts und Plastizitätstheorie*. Doctoral thesis, Department of Mathematics, University of Darmstadt.

GEERS, M.G.D., V.G. KOUZNETSOVA & W.A.M. BREKELMANS (2010): Multi-scale computational homogenization: Trends and challenges. – *Journal of Computational and Applied Mathematics* **234**: 2175–2182.

GRAFENHORST, M. (2018): *Zeitadaptive Finite-Elemente-Berechnungen thermomechanisch gekoppelter Problemstellungen sowie Mortarkontakt*. Phd-thesis, report no. 2/2018, Institute of Applied Mechanics, Clausthal University of Technology, Clausthal-Zellerfeld.

GRAMMENOUDIS, P. & C. TSAKMAKIS (2005): Finite element implementation of large deformation micropolar plasticity exhibiting isotropic and kinematic hardening effects. – *International Journal for Numerical Methods in Engineering* **62**: 1691–1720.

HARTMANN, S. (1998): Zur Berechnung inelastischer Festkörper mit der Methode der finiten Elemente. In: HARTMANN, S., P. HAUPT, & V. ULBRICHT (editors): *Modellierung und Identifikation*, pages 119–130, Kassel. Gesamthochschul-Bibliothek.

HARTMANN, S. (2005): A remark on the application of the Newton-Raphson method in non-linear finite element analysis. – *Computational Mechanics* **36**(2): 100–116.

HARTMANN, S. (2006): A thermomechanically consistent constitutive model for polyoxymethylene: experiments, material modeling and computation. – *Archive of Applied Mechanics*, **76**: 349–366.

HARTMANN, S. (2017): A remark on material parameter identification using finite elements based on constitutive models of evolutionary-type. – *Computer Assisted Methods in Engineering and Science* **24**: 113–126.

HARTMANN, S. & R.R. GILBERT (2002): Identifiability of material parameters in solid mechanics. – *Archive of Applied Mechanics* **88**(1): 3–26.

HARTMANN, S., R.R. GILBERT & C. SGUAZZO (2018): Basic studies in biaxial tensile tests. *GAMM Mitteilungen*, 41:e201800004.

HAUPT, P. (1993): On the mathematical modelling of material behavior in continuum mechanics. – *Acta Mechanica* **100**: 129–154.

HAUPT, P. (2002). *Continuum Mechanics and Theory of Materials*. Springer, Berlin, 2 edition.

HAUPT, P. & A. LION (1995): Experimental identification and mathematical modelling of viscoplastic material behavior. – *Journal of Continuum Mechanics and Thermodynamics* **7**: 73–96.

HAUPT, P. & K. SEDLAN (2001): Viscoplasticity of elastomeric materials. experimental facts and constitutive modelling. – *Archive of Applied Mechanics* **71**: 89–109.

HILD, F. & S. ROUX (editors) (2013): *Full-field Measurements and Identification in Solid Mechanics*. Wiley & Sons, London.

HOYER, W. & J.W. SCHMIDT (1984): Newton-type decomposition methods for equations arising in network analysis. – *ZAMM Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*, **64**: 397–405.

HUBER, N. & C. TSAKMAKIS (1999a): Determination of constitutive properties from spherical indentation data using neural networks, Part I: plasticity with nonlinear and kinematic hardening. – *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* **47**: 1589–1607.

HUBER, N. & C. TSAKMAKIS (1999b): Determination of constitutive properties from spherical indentation data using neural networks, Part II: the case of pure kinematic hardening in plasticity laws. – *Journal of the Mechanics and Physics of Solids* **47**: 1569–1588.

KRÄMER, S., S. ROTHE & S. HARTMANN (2015): Homogeneous stress-strain states computed by 3D-stress algorithms of FE-codes: application to material parameter identification. – *Engineering with Computers* **31**: 141–159.

KRAWIETZ, A. (1986): *Materialtheorie*. Springer, Berlin, 1st edition.

- LEMAITRE, J. & J.-L. CHABOCHE (1990): *Mechanics of solid materials*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MAHNKEN, R. & E. STEIN (1996): A unified approach for parameter identification of inelastic material models in the frame of the finite element method. – *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* **136**: 225–258.
- MAHNKEN, R. & E. STEIN (1997): Parameter identification for finite deformation elastoplasticity in principal directions. – *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, **147**: 17–39.
- MARTINEZ PAGE, M.A. & S. HARTMANN (2018): Experimental characterization, material modeling, identification and finite element simulation of the thermo-mechanical behavior of a zinc die-casting alloy. – *International Journal of Plasticity* **101**: 74–105.
- MÜLLER, V., M. KABEL, H. ANDRÄ & T. BÖHLKE (2015): Homogenization of linear elastic properties of short-fiber reinforced composites – a comparison of mean field and voxel-based methods. – *International Journal of Solids and Structures* **67–68**: 56–70.
- NEDJAR, B. (2016): On a concept of directional damage gradient in transversely isotropic materials. – *International Journal of Solids and Structures* **88–89**: 56–67.
- NETZ, T., A.-W. HAMKAR & S. HARTMANN (2013): High-order quasi-static finite element computations in space and time with application to finite strain viscoelasticity. – *Computers and Mathematics with Applications* **66**: 441–459.
- NETZ, T. & S. HARTMANN (2015): A monolithic finite element approach using high-order schemes in time and space applied to finite strain thermo-viscoelasticity. – *Computers and Mathematics with Applications* **70**: 1457–1480.
- NOCEDAL, J. & S.J. WRIGHT (1999): *Numerical Optimization*. Springer, New York.
- OBERKAMPF, W.L. & T.G. TRUCANO (2002): Verification and validation in computational fluid dynamics. – *Progress in Aerospace Sciences* **38**: 209–272.
- ODEN, J. T. (2018): Adaptive multiscale predictive modelling. – *Acta Numerica*, 27.
- PIERRON, F. & M. GRÉDIAC (2012): *The virtual fields method*. Springer, New York, 1 edition.
- RABBAT, N.B.G., A.L. SANGIOVANNI-VINCENTELLI & H.Y. HSIEH (1979): A multilevel Newton algorithm with macromodeling and latency for the analysis of large-scale nonlinear circuits in the time domain. – *IEEE Transactions on Circuits and Systems* **26**: 733–740.
- RECHENBERG, I. (1973): *Evolutionsstrategie – Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution*. Frommann-Holzboog, Stuttgart, GER.
- ROACHE, P. J. (1998): *Verification and validation in computational science and engineering*. Hermosa Publ., Albuquerque.

ROSIĆ, B.V., A. KUČEROVÁ, J. SÝKORA, O. PAJONK, A. LITVINENKO & H.G. MATTHIES (2013): Parameter identification in a probabilistic setting. – *Engineering Structures* 50.

ROTHE, S., A.-W. HAMKAR, K.J. QUINT, & S. HARTMANN (2012): Comparison of diagonal-implicit, linear-implicit and half-explicit Runge-Kutta methods in non-linear finite element analyses. *Archive of Applied Mechanics*, **82**(8): 1057–1074.

ROTHE, S., J.-H. SCHMIDT & S. HARTMANN (2015): Analytical and numerical treatment of electrothermo-mechanical coupling. – *Archive of Applied Mechanics* **85**: 1245–1264.

SCHITTKOWSKI, K. (2002): Numerical data fitting in dynamical systems. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.

SCHWER, L. (2001): Constitutive model verification and validation. http://www.mech.northwestern.edu/fac/cao/nsfworkshop/briefs/Schwer_p1.pdf.

SGUAZZO, C. & S. HARTMANN (2018): Tensile and shear experiments using polypropylene/polyethylene foils at different temperatures. – *Technische Mechanik* **38**: 166–190.

SIMO, J.C. & R.L. TAYLOR (1985): Consistent tangent operators for rate-independent elastoplasticity. – *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* **48**: 101–118.

SPELLUCCI, P. (1993): Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung. Birkhäuser, Basel.

SUTTON, M.A., J.-J. ORTEU & H.W. SCHREYER (2009): Image correlation for shape, motion and deformation measurements. Springer, New York, 1st edition.

SZABO, B. & I. BABUSKA (1991): Finite Element Analysis. Wiley, New York.

TARANTOLA, A. (2005): Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation. SIAM Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia.

The American Society of Mechanical Engineers (2006). Guide for Verification and Validation in Computational Solid Mechanics, volume ASME V&V 10-2006. New York.

THIELECKE, F. (1997): Parameteridentifizierung von Simulationsmodellen für das viskoplastische Verhalten von Metallen Theorie, Numerik, Anwendung. No. 34-1998, Technische Universität Braunschweig.

TRUESDELL, C. & W. NOLL (1965): The Non-Linear Field Theories of Mechanics, volume III/3 of *Encyclopedia of Physics*. Springer Verlag, Berlin.

WITTEKINDT, J. (1991): Die numerische Lösung von Anfangs-Randwertproblemen zur Beschreibung inelastischen Werkstoffverhaltens. Doctoral thesis, Department of Mathematics, University of Darmstadt. Wood, D.M. (1990). Soil behavior and critical state soil mechanics. Cambridge University Press, Cambridge.

ZIENKIEWICZ, O.C. (1984): Methode der finiten Elemente. Carl Hanser, München, 2nd edition.

Geobiologie der Archaischen Erde – Eine Spurensuche vor rund 4000 Millionen Jahren*

JOACHIM REITNER

Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Geobiologie
Goldschmidtstraße 3, DE-37077 Göttingen, E-Mail: jreitne@gwdg.de

Das Leben auf der Erde lässt sich auf vielleicht mehrere gemeinsame Vorfahren zurückführen, die vor rund 4,2–4 Milliarden Jahren gelebt haben müssen. Diese werden nach der Abkürzung ihres englischen Namens als LUCA (Last Universal Common Ancestor) bezeichnet, sind wahrscheinlich in einem 50 bis 80 Grad Celsius heißen anaeroben Umfeld entstanden. Die nötigen organischen Bestandteile eines Mikroorganismus entstanden schon in der früheren präbiotischen Welt vor weit mehr als 4 Milliarden Jahren. Bestimmte Mineralien und Metalle spielten dabei als Katalysatoren eine zentrale Rolle. Wie sich dann Leben gebildet hat, also ein Organismus, der Stoffwechsel betreibt und sich fortpflanzt, d. h. Information weitergibt, ist noch nicht bekannt. Vor ca. 3,9 Milliarden Jahren gab es einen letzten Höhepunkt schweren kosmischen Bombardements („Late Heavy Bombardement“) auf der Erde. Damals trafen Objekte mit Durchmessern von mehreren Kilometern die Erde in hoher Frequenz. Mikroorganismen angepasst an heiße Umgebungen überlebten wahrscheinlich diese planetare Katastrophe vermutlich in der damaligen basaltischen Erdkruste. Nach diesem Ereignis beruhigt sich das kosmische Geschehen und es gibt längere Phasen ökologischer Stabilität und somit eine nachhaltige Entwicklung unterschiedlicher anaerober Ökosysteme, die durch die damaligen geologischen Rahmenbedingungen kontrolliert wurden. Die LUCA der heutigen Bakterien und Archaeen sind in dieser Zeit vermutlich entstanden. Das besondere des frühen archaischen Zeitalters ist, dass es noch keine Plattentektonik im heutigen Sinne gegeben hat und Kontinente mit einem granitischen Kern nur in Form kleiner Inseln vorhanden waren. Die Erde war eine Wasserwelt mit einer heißen Mg-reichen ozeanischen Kruste. Ein wichtiger Prozess war die Wechselwirkung des Ozeanwassers mit der ozeanischen Kruste, was zu erheblichen hydrothermalen Prozessen geführt und Lebensprozesse begünstigt hat. Die frühe archaische

* Kurzfassung des Vortrags, der am 12.10.2018 vor der gemeinsamen Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen gehalten wurde.

ozeanische Kruste („Greenstone Belts“) war durchzogen mit einer Vielzahl von km-langen Spalten (Veins), die mit Kieselsäure (SiO_2 -Chert) ausgefüllt wurden. Diese Spalten sind angereichert mit organischem Material, jetzt Kerogen, und stellten vermutlich auch einen besonderen mikrobiellen Lebensraum dar („Deep Biosphere“). Es ist evident, dass ozeanisches Wasser über diesen Weg durch die Kruste gepumpt wurde und ozeanisches organisch-biologisches Material (C_{org}) in den Chert-Spalten zusätzlich abgelagert wurde, das vermutlich durch anoxygene Photosynthese entstanden ist. Dieser Vorgang stellt einen erheblichen CO_2 -Sink dar. Außerdem wurden durch diesen Pumpprozess auch erhebliche Mengen an Karbonat (C_{carb}) in den Zwischenräumen von Pillow-Basalten abgelagert, die ebenfalls zu einer signifikanten Reduzierung des ozeanischen CO_2 geführt haben. An den Rändern vulkanischer Inseln kam es zur Bildung erster Stromatolithe (mineralisierte mikrobielle Systeme) unter sauerstofffreien Bedingungen. Die ältesten Fossilien und/oder Chemofossilien von Mikroorganismen und deren mineralisierte Produkte, die bisher gefunden worden sind, haben ein Alter von rund 3,6–3,5 Milliarden Jahren.

Aus Anorganik wird Organik — die Bildung einfacher organischer Verbindungen mittels abiotischer Synthese*

HELGE MIßBACH

Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen, Geobiologie,
Goldschmidtstraße 3, DE- 37077 Göttingen

Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Justus-von-Liebig-Weg 3,
DE-37077 Göttingen, Email: hmissba@gwdg.de

Woher kommen die essentiellen organischen Moleküle, die eine Entstehung des Lebens auf der Erde möglich machten? Bei der Beantwortung dieser Frage stößt man automatisch auf den Prozess der abiotischen Synthese, das zentrale Thema des oben genannten Vortrags. Im ersten Teil dieses Vortrags wurde im Wesentlichen ein grober Einblick in unterschiedliche Formen der abiotischen Synthese gegeben. Der zweite Teil fokussierte auf Studien zur abiotischen Synthese am Geowissenschaftlichen Zentrum Göttingen sowie ihre Anwendung bei der Suche nach (frühem) Leben auf der Erde und dem Mars.

1. Abiotische Synthese – ein kurzer Überblick

Abiotische Synthesereaktionen sind eine Quelle relativ einfacher organischer Moleküle und könnten somit Grundbausteine für die Entstehung des Lebens auf der Erde (oder anderswo in unserem Sonnensystem) geliefert haben (Bada, 2004, Follmann & Brownson 2009). Grundsätzlich kann man dabei zwischen exogener und endogener abiotischer Synthese unterscheiden.

Die exogene abiotische Synthese beschreibt die Entstehung und chemische Evolution organischer Moleküle im All. Durch Nukleosynthese entstehen in Sternen die bioessentiellen Elemente (C, H, N, O, P, S), aus denen sich kleinere Moleküle bilden können. Im interstellaren Medium werden diese durch UV-Strahlung, kosmische Strahlung und Reaktionen auf Staub- und Eisoberflächen verändert. Wichtig für die Entstehung komplexerer organischer Moleküle sind dabei vor allem die dichten Molekularwolken, da die Interaktion zwischen einzelnen kleineren Molekülen hier besonders groß ist (Ehrenfreund & Charnley 2000, Ruf et al. 2018).

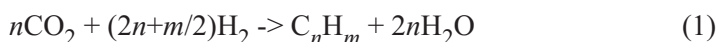
* Der Vortrag wurde am 12.10.2018 vor der gemeinsamen Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen gehalten.

Die organischen Moleküle aus den Anfängen unseres Sonnensystems lassen sich heute noch in Kometen und Meteoriten nachweisen. So brachte zuletzt die Untersuchung des Kometen Churyumov-Gerasimenko durch die Rosetta Raumsonde und ihr Landemodul Philae neue Erkenntnisse über die Ur-Zusammensetzung unseres Sonnensystems, zum Beispiel durch die Entdeckung von Aceton, Glycin und Phosphor auf der Kometenoberfläche und in der Koma (Goesmann et al., 2015; Altwegg et al., 2016). Es wird vermutet, dass zumindest ein Teil der für die Entstehung des Lebens wichtigen organischen Moleküle durch Meteoriten und Kometen auf die frühe Erde gelangt sind. Somit könnten diese einen Anteil an der frühen chemischen Evolution auf der Erde gehabt haben (Chyba & Sagan 1992, Dass et al. 2016).

Die endogene abiotische Synthese beschreibt Prozesse, die direkt auf der Erde ablaufen, zum Beispiel in der Atmosphäre. 1953 veröffentlichte Stanley Miller dazu die ersten Ergebnisse seines Laborexperiments, in dem er in einer potentiellen primitiven Atmosphäre aus CH_4 , NH_3 , H_2O und H_2 mithilfe von elektrischen Entladungen unter anderem Aminosäuren hergestellt hat (Miller 1953). Diese Studie wurde schnell populär und gab den Anstoß für eine neue Ära der „*Origin of Life*“ Forschung (Bada, 2003). Weitere Versuche unter ähnlichen Bedingungen folgten, aus welchen bis heute viele bioessentielle organische Komponenten nachgewiesen wurden (beispielsweise weitere Aminosäuren sowie Nukleinbasen; Oró & Kamat, 1961; Parker et al. 2011). Allerdings gab es ebenfalls große Kritik an diesen Versuchen, dahingehend dass die frühe Atmosphäre eher neutral bis leicht oxidierend anstatt reduzierend gewesen sei, was die Ergebnisse dieser Studien in Frage stellte (Kasting, 1993; Shaw, 2008). Aktuellere Experimente jedoch haben gezeigt, dass die Synthese von Aminosäuren auch in einer neutralen Atmosphäre möglich wäre (Cleaves et al. 2008).

Endogene Syntheseprozesse können außerdem in hydrothermalen Systemen ablaufen. Zum Beispiel können Reaktionen auf Eisen-Nickel-Sulfid Oberflächen stattfinden, gebunden an Systeme, die in ihren Eigenschaften den heutigen schwarzen Rauchern ähneln. Diskutiert wurden hier Prozesse in semipermeablen Eisen-Sulfid-Blasen, die als potentielle katalytische Reaktionskammern dienen. In diesen könnten zum Beispiel Acetate oder Methan entstehen (Russel, 2011). Außerdem gibt es eine Reihe von Studien von Claudia Huber und Günther Wächtershäuser, die sich unter anderem mit der Entstehung von Essigsäure und Aminosäuren durch Eisen- und Nickel-katalysierte Kohlenstoff-Fixierung beschäftigen haben (Huber & Wächtershäuser 1997, 2006).

Ein weiteres Beispiel für abiotische Synthese in hydrothermalen Systemen ist die sogenannte Fischer-Tropsch-ähnliche (oder „*Fischer-Tropsch-type*“; FTT) Synthese, welche nach der folgenden vereinfachten Reaktionsgleichung abläuft:



Die ursprüngliche Fischer-Tropsch Synthese ist ein industrieller Prozess zur Herstellung künstlicher Treibstoffe und Schmieröle aus CO und H₂ und wurde in den 1920er Jahren von Franz Fischer und Hans Tropsch entdeckt (Fischer & Tropsch 1926, Schulz 1999). Die FTT Synthese ist für die Produktion von Kohlenwasserstoffen in heute aktiven weißen Rauchern bekannt (z.B. im „*Lost City hydrothermal field*“; Konn et al. 2015, McDermott et al. 2015). Es wird vermutet, dass dieser Prozess einen wichtigen Anteil an der Produktion bioessentieller Lipide auf der frühen Erde gehabt hat (McCollom & Seewald 2007, Konn et al. 2015).

In natürlichen Systemen ist die FTT Synthese vermutlich eng an Serpentinisierungsprozesse geknüpft. Serpentinisierung beschreibt die Reaktion von mafischen und ultramafischen Gesteinen mit Wasser unter erhöhten Temperaturen, wobei neben dem Mineral Serpentin auch H₂ entsteht. H₂ wiederum steht dann für die FTT Synthese zur Verfügung. Somit könnte Serpentinisierung möglicherweise ein Schlüsselprozess bei der Entstehung des Lebens auf der Erde und möglicherweise auch auf anderen Planeten darstellen (Sleep et al. 2004, Schulte et al. 2006;). Jedoch ist bis heute unklar, wie effektiv die FTT Synthese in natürlichen Systemen ablaufen kann und welche Mengen an organischem Material tatsächlich produziert werden können (McCollom & Seewald 2007, Konn et al. 2015).

Wie bei vielen Fragen in der „*Origin of Life*“ Forschung bleibt auch bei der Beantwortung der Frage, woher die bioessentiellen organischen Moleküle für die Entstehung des Lebens wirklich gekommen sind, noch vieles unklar. Jede experimentelle Studie zu diesem Thema hilft unser Wissen auf diesem Gebiet zu vergrößern. Jedoch ist eine eindeutige Rekonstruktion der chemischen Evolution auf der frühen Erde aus den Gesteinsarchiven aufgrund der spärlichen Vorkommen sowie dem hohen Überprägungsgrad früharchaischer oder noch älterer Gesteine schwierig, wenn nicht unmöglich.

2. Biologisch vs. abiotisch – FTT Experimente am Geowissenschaftlichen Zentrum Göttingen (GZG)

Im zweiten Teil des Vortrags wurden zusammenfassend einige Studien zu FTT Reaktionen und dem Vergleich der FTT Produkte zu natürlichen Proben vorgestellt. Diese wurden in den vergangenen 3 Jahren in der Abteilung Geobiologie des GZG durchgeführt. Für die FTT Synthese wurden dazu Oxalsäure, Wasser und Montmorillonit über 3 Tage in einem Edelstahlreaktor auf 175 °C erhitzt. Die Oxalsäure zerfällt beim Erhitzen in wässriger Lösung hauptsächlich zu CO₂ und H₂, weswegen sie als Surrogat für diese Ausgangsstoffe verwendet wurde. Aus CO₂ und H₂ entstehen dann organische Komponenten (siehe Formel 1), die anschließend mittels Gaschromatographie – Massenspektrometrie (GC–MS) charakterisiert wurden (Details in Mißbach et al. 2018).

Bei der FTT Synthese entstehen eine Vielzahl Kohlenwasserstoffe und sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffderivate, zum Beispiel *n*-Alkane, diverse Alkanole sowie Fettsäuren. Für die Suche nach Spuren von Leben in (z.B. archaischen) Gesteinen ist dies potentiell problematisch, da einige von diesen Komponenten als Anzeiger biologischer Aktivität, sogenannte Biosignaturen oder Biomarker, verwendet werden. Jedoch ist es möglich, die Syntheseprodukte und biologisch entstandene organische Komponenten anhand ihrer primären Verteilungsmuster im Chromatogramm voneinander zu unterscheiden. So können biologische Produkte (z.B. *n*-Alkane) ungleichmäßige Verteilungen oder Bevorzugen der einzelnen Homologe aufweisen („*odd-over-even preferences*“), während die abiotischen Syntheseprodukte immer gleichmäßige Verteilungen zeigen (Mißbach et al. 2018).

Solche Verteilungen können sich allerdings durch erhöhte Temperaturen verändern. In Reifungsexperimenten wurde gezeigt, dass aus ungleichmäßigen (biologischen) Verteilungsmustern bei Temperaturen >400 °C gleichmäßige Verteilungsmuster entstehen, bzw. manche Biomarker komplett zerstört werden können (Mißbach et al. 2016, 2018). Dies kann dazu führen, dass abiotische Syntheseprodukte und organisches Material biologischen Ursprungs nicht mehr voneinander unterscheidbar sind. Dennoch konnten in archaischen Gesteinen biologische Signaturen nachgewiesen werden (Duda et al. 2018). Voraussetzung dafür ist, dass diese Gesteine nicht zu hohen Temperaturen ausgesetzt waren. Das Vorliegen der Organik in Form von Kerogen sowie eine Einbettung in eine dichte Gesteinsmatrix steigern außerdem das Erhaltungspotential von Biomarkern (Brocks & Summons 2004, Killops & Killops 2005).

Diese Studien zur Unterscheidung von abiotischen und biologischen Signaturen in Gesteinen sind nicht nur für die Suche nach frühem Leben auf der Erde relevant, sondern auch für astrobiologische Untersuchungen anderer Planeten bzw. planetarer Körper in unserem Sonnensystem. Die ExoMars Rover Mission (Start 2020) zum Beispiel wird nach (organischen) Biosignaturen auf dem Mars suchen, unter anderem mithilfe des „*Mars Organic Molecule Analyzer*“ (MOMA) Instruments (Goesmann et al. 2017, Vago et al. 2017). Dieses Instrument ist in der Lage, die oben genannten biologischen Verteilungsmuster aufzulösen. Analogstudien helfen uns dabei, die Dateninterpretation dieser und anderer zukünftiger Missionen zu erleichtern.

Literatur

ALTWEGG, K., H. BALSIGER, A. BAR-NUN, J.-J. BERTHELIER, A. BIELER, P. BOCHSLER, C. BRIOIS, U. CALMONTE et al. (2016): Prebiotic chemicals – amino acid and phosphorus – in the coma of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. – *Science Advances* 2: e1600285.

BADA, J.L. (2004): How life began on Earth: a status report. – *Earth and Plan. Sci. Letters* **226**: 1–15.

BADA, J.L. & A. LAZCANO (2003): Prebiotic soup – revisiting the miller experiment. – *Science* **300**: 745–746.

BROCKS, J.J. & R.E. SUMMONS (2004): Biomarkers for Early Life. In W.H. SCHLESINGER (Ed.), *Biogeochemistry*. Elsevier, Oxford, pp. 63–115.

CHYBA, C. & C. SAGAN (1992): Endogenous production, exogenous delivery and impact-shock synthesis of organic molecules: an inventory for the origins of life. – *Nature* **355**: 125–132.

CLEAVES, H.J., J.H. CHALMERS, A. LAZCANO, S.L. MILLER & J.L. BADA (2008): A reassessment of prebiotic organic synthesis in neutral planetary atmospheres. – *Origins of Life and Evolution of Biospheres* **38**: 105–115.

DASS, A. V., K. HICKMAN-LEWIS, A. BRACK, T.P. KEE & F. WESTALL (2016): Stochastic prebiotic chemistry within realistic geological systems. – *Chemistry Select* **1**: 4906–4926.

DUDA, J.-P., V. THIEL, T. BAUERSACHS, H. MISSBACH, M. REINHARDT, N. SCHÄFER, M.J. VAN KRANENDONK & J. REITNER (2018): Ideas and perspectives: hydrothermally driven redistribution and sequestration of early Archaeal biomass—the “hydrothermal pump hypothesis”. – *Biogeosciences* **15**: 1535–1548.

EHRENFREUND, P. & S.B. CHARNLEY (2000): Organic Molecules in the Interstellar Medium, Comets, and Meteorites: A Voyage from Dark Clouds to the Early Earth. – *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **38**: 427–483.

FISCHER, F. & H. TROPSCH (1926): Über die direkte Synthese von Erdöl-Kohlenwasserstoffen bei gewöhnlichem Druck (Erste Mitteilung). – *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft (A and B Series)* **59**: 830–831.

FOLLMANN, H. & C. BROWNSON (2009): Darwin’s warm little pond revisited: from molecules to the origin of life. – *Naturwissenschaften* **96**: 1265–1292.

GOESMANN, F., H. ROSENBAUER, J.H. BREDEHÖFT, M. CABANE, P. EHRENFREUND, T. GAUTIER, C. GIRI, H. KRÜGER et al. (2015): Organic compounds on comet 67P/Churyumov-Gerasimenko revealed by COSAC mass spectrometry. – *Science* **349**: aab0689.

GOESMANN, F., W.B. BRINCKERHOFF, F. RAULIN, W. GOETZ, R.M. DANELL, S.A. GETTY, S. SILJESTRÖM, H. MISSBACH et al. (2017): The Mars Organic Molecule Analyzer (MOMA) instrument: characterization of organic material in martian sediments. – *Astrobiology* **17**: 655–685.

HUBER, C. & G. WÄCHTERSCHÄUSER (1997): Activated acetic acid by carbon fixation on (Fe, Ni) S under primordial conditions. – *Science* **276**: 245–247.

HUBER, C. & G. WÄCHTERSCHÄUSER (2006): α -Hydroxy and α -amino acids under possible Hadean, volcanic origin-of-life conditions. – *Science* **314**: 630–632.

KASTING, J.F. (1993): Earth's early atmosphere. – *Science* **259**: 920–926.

KILLOPS, S.D. & V.J. KILLOPS (2005): Introduction to organic geochemistry. 2. edition, Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

KONN, C., J.L. CHARLOU, N.G. HOLM & O. MOUSIS (2015): The production of methane, hydrogen, and organic compounds in ultramafic-hosted hydrothermal vents of the Mid-Atlantic Ridge. – *Astrobiology* **15**: 381–399.

MCCOLLOM, T.M. & J.S. SEEWALD (2007): Abiotic synthesis of organic compounds in deep-sea hydrothermal environments. – *Chemical Reviews* **107**: 382–401.

MCDERMOTT, J.M., J.S. SEEWALD, C.R. GERMAN & S.P. SYLVA (2015): Pathways for abiotic organic synthesis at submarine hydrothermal fields. – *Proceedings of the National Academy of Sciences* **112**: 7668–7672.

MILLER, S.L. (1953): A production of amino acids under possible primitive earth conditions. – *Science* **117**: 528–529.

MISSBACH, H., J.P. DUDA, N.K. LÜNSDORF, B.C. SCHMIDT & V. THIEL (2016): Testing the preservation of biomarkers during experimental maturation of an immature kerogen. – *International Journal of Astrobiology* **15**: 165–175.

MISSBACH, H., B.C. SCHMIDT, J.P. DUDA, N.K. LÜNSDORF, W. GOETZ & V. THIEL (2018): Assessing the diversity of lipids formed via Fischer-Tropsch-type reactions. – *Organic Geochemistry*, **119**: 110–121.

ORÓ, J. & S.S. KAMAT (1961): Amino-acid synthesis from hydrogen cyanide under possible primitive earth conditions. – *Nature* **190**: 442–443.

PARKER, E.T., H.J. CLEAVES, J.P. DWORKIN, D.P. GLAVIN, M. CALLAHAN, A. AUBREY, A. LAZCANO, & J.L. BADA (2011): Primordial synthesis of amines and amino acids in a 1958 Miller H₂S-rich spark discharge experiment. – *Proceedings of the National Academy of Sciences* **108**: 5526–5531.

RUF, A., L. D'HENDECOURT & P. SCHMITT-KOPPLIN (2018): Data-Driven Astrochemistry: One Step Further within the Origin of Life Puzzle. – *Life* **8**: 18.

RUSSELL, M.J. (2011): Origin of Life. In J. Reitner and V. Thiel (Eds.), *Encyclopedia of Geobiology*. Springer Science & Business Media, Dordrecht, pp. 701–716.

SCHULTE, M., D. BLAKE, T. HOEHLER & T.M. MCCOLLOM (2006): Serpentinization and its implications for life on the early Earth and Mars. – *Astrobiology* **6**: 364–376.

SCHULZ, H. (1999): Short history and present trends of Fischer-Tropsch synthesis. – *Applied Catalysis A: General* **186**: 3–12.

SHAW, G.H. (2008): Earth's atmosphere – Hadean to early Proterozoic. – *Chemie der Erde*, **68**: 235–264.

SLEEP, N.H., A. MEIBOM, T. FRIDRIKSSON, R.G. COLEMAN & D.K. BIRD (2004): H₂-rich fluids from serpentinization: geochemical and biotic implications. – *Proceedings of the National Academy of Sciences* **101**: 12818–12823.

VAGO, J.L., F. WESTALL, A.J. COATES, R. JAUMANN, O. KORABLEV, V. CIARLETTI, I. MITROFANOV, J.-L. JOSSET et al. (2017): Habitability on early Mars and the search for biosignatures with the ExoMars Rover. – *Astrobiology* **17**: 471–510.

Die neue Rolle für die Akademische Wirkstoffforschung*

ANDREAS KIRSCHNING

Institut für Organische Chemie und Biomolekulares Wirkstoffzentrum (BMWZ)
der Leibniz Universität Hannover, Schneiderberg 1 b, DE-30167 Hannover,
E-Mail: andreas.kirschning@oci.uni-hannover.de

Die Wirkstoffforschung ist die Domäne der Pharmazeutischen Industrie, weil diese die naturwissenschaftlich-medizinischen und technischen Expertisen besitzt und kooperativ vereint, um maßgeschneiderte Medikamente für bedeutende Indikationen, wie Krebs, Herz-Kreislaufkrankungen, Diabetes oder Alzheimer zu entwickeln. Warum sollten sich also akademische Einrichtungen, inklusive Universitäten, in ein sehr interdisziplinär ausgelegtes Forschungsfeld begeben? Forschungsinstitutionen und Universitäten werden kaum in die Situation gelangen, ein Medikament zu entwickeln und dieses über die diversen klinischen Studien zur Marktreife zu führen?

Ist es nicht den Hochschulen und den Forschungszentren vorbehalten, sich um Grundlagen ihrer Kerndisziplinen zu kümmern und im Falle der Wirkstoffforschung sich u. a. mit biochemischen Grundlagen der Pathogenese, mit der Entwicklung neuer biologischer Zielstrukturen für Wirkstoffmoleküle oder mit grundlegenden Synthesestrategien zu wirkstoffrelevanten Kernstrukturen zu beschäftigen, die als Ausgangspunkt für indikationsgetriebene Wirkstoffforschung dienen könnten? Am Beispiel der Antibiotika sei kurz erläutert, dass diese klassische Aufgabenteilung nicht mehr in allen Fällen gilt.

Mit der Entwicklung der antibakteriell wirksamen Sulfonamide durch G. Domagk in den Jahren zwischen 1929 und 1935 sowie der Entdeckung von Alexander Fleming im Jahre 1928, dass Schimmelpilze der Gattung *Penicillium* in der Lage sind, antibakteriell aktive Substanzen zu produzieren und der erstmaligen Isolierung und Produktion der Wirkkomponente Penicillin, wurde das „goldene Zeitalter“ der Antibiotikaforschung eingeleitet. Berühmte weitere Vertreter wurden durch Naturstoffforschende gefunden und den Gesundheitssystemen zugänglich gemacht. Hierzu zählen neben den besagten β -Lactam-Antibiotika das Erythromycin, die Tetracycline, die Aminoglycosid-Antibiotika und die Glycopeptide. Diese wurden durch synthetische

* Der Vortrag wurde am 09.11.2018 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Klassen, wie die Chinolone und Oxazolidinone komplementiert. Die Erforschung und Entwicklung dieser Wirkstoffe lag dabei über Jahrzehnte fast ausschließlich in den Händen großer Pharmaunternehmen. Im Sommer 2018 verkündete nun die Novartis AG als letztes großes europäisches Unternehmen den Ausstieg aus dieser Forschung. Auf den anderen Kontinenten sieht es nicht besser aus, so dass sich für die Versorgung mit modernen, multiresistenzangepassten Antibiotika eine dramatische Situation abzeichnet. Der Marktpreis, der für die in der Regel patentfreien Antibiotika erzielt wird, steht den immensen Kosten für die Entwicklung von neuen Antibiotika mit völlig neuen, resistenzbrechenden Wirkmechanismen entgegen, so dass wirtschaftliche Erwägungen dazu führen, keine explorative und de facto unlukrative Forschung in diesem Indikationsfeld zu verfolgen.

Die grundlagengetriebene und auf eine klinische Anwendung gerichtete Antibiotikaforschung ist deshalb zunehmend in akademischen Netzwerken verortet. Idealerweise können hier auch risikoreiche Konzepte verfolgt werden, die die Wahrscheinlichkeit erhöhen, zu prinzipiell neuen Therapiekonzepten zu gelangen. Diese würden dann zu einem späteren Zeitpunkt von Biotech-Unternehmen oder der Pharmaindustrie aufgegriffen und idealerweise gemeinsam zur Marktreife weiterentwickelt werden.

Neu geschaffene Translationszentren wie das an der Leibniz Universität Hannover angesiedelte Biomolekulare Wirkstoffzentrum (BMWZ) sind ideale Ausgangspunkte für international aber auch regional verortete, langfristig ausgerichtete Forschungsnetzwerke, so wie in den vorliegenden beiden Beispielen exemplarisch gezeigt zwischen der Leibniz Universität Hannover, der Medizinischen Hochschule Hannover und dem Helmholtzzentrum für Infektionsforschung in Braunschweig.

Der vorliegende Bericht dokumentiert an zwei Fallbeispielen den Facettenreichtum akademischer Wirkstoffforschung. In den vorgestellten Themen wird dieses durch die Kombination der chemisch ausgerichteten Wirkstoffforschung mit der Nanomedizin und Zellbiologie wie auch der Regenerativen Medizin offenbar.

Das erste Fallbeispiel nutzt die besonderen Eigenschaften von superparamagnetischen Nanopartikeln auf Basis von Eisenoxiden für vielversprechende therapeutische und diagnostische Konzepte. Gemeinsame grundlegende Arbeiten am Laboratorium für Nano- und Quantenengineering (LNQE) und im Zentrum für Biomolekulare Wirkstoffe (BMWZ) lieferten Transportsysteme für Wirkstoffe, die für die Krebstherapie Anwendung finden können. Der Exzellenz-Cluster REBIRTH und die Kooperation mit dem Helmholtzzentrum für Infektionsforschung in Braunschweig ermöglichten die Ausweitung der Untersuchungen auf medizinische Bereiche an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH).

Das zweite Thema stellt die durch ausgeprägte Interdisziplinarität erreichte Überwindung eines technischen Problems im Bereich der Lungentransplantation dar. Auch hier war eine medizinische Fragestellung Ausgangspunkt für ein Projekt,

welches dann durch Wirkstoffchemiker und Materialwissenschaftler an der Leibniz Universität Hannover und Mediziner an der MHH erfolgreich bearbeitet wurde.

Beispiel 1: Nanopartikel in der Krebstherapie – ein molekulares „Trojanisches Pferd“

Nanomaterialien sind aufgrund ihrer exzellenten elektrischen, optischen, magnetischen und katalytischen Eigenschaften für die heutige Forschung von großer Bedeutung [1]. Ihre sehr kleine Größe ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) verleiht ihnen im Vergleich zu bekannten Materialien eine verhältnismäßig große Oberfläche. Nanomaterialien auf Basis von Eisenoxiden (Fe_3O_4) finden Anwendungen aufgrund ihrer einzigartigen elektrischen und magnetischen Eigenschaften im Bereich der Lithium-Ionen-Batterien, Abwasserbehandlung und der Medizin (siehe Abbildungen 1A. und 1B.). Da sie in etwa der Größe von biologischen Molekülen entsprechen, können sie im menschlichen Körper gezielt an bestimmte Anwendungsgebiete transportiert werden und je nach Aufbau dabei biologische Barrieren wie Zellwände, die Magen-Darm-Wand oder die Blut-Hirn-Schranke überwinden [2]. Aus diesem Grund haben Nanomaterialien neben rein technischen Anwendungen auch den Bereich der Biomedizintechnik und der Medizin erreicht.

In den letzten Jahren kristallisierten sich mehrere vielversprechende Einsatzgebiete für solche Materialien heraus. Zum einen werden Nano-Transportsysteme, sogenannte „Nano Delivery Systems“ entwickelt, die für die Verteilung von Wirkstoffen im Körper einsetzbar sind. Zum anderen fokussiert sich die Forschung auf die superparamagnetischen Eisenoxid-Nanopartikel, die in der Krebstherapie Anwendung finden können [2].

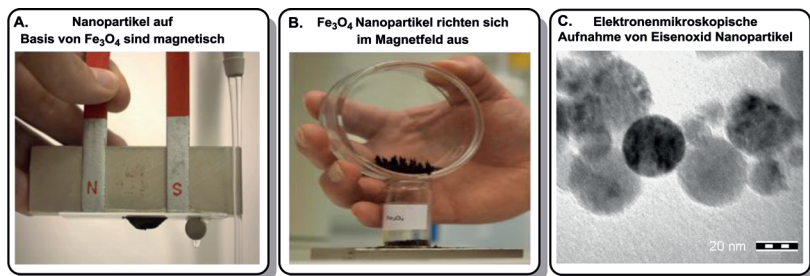


Abb. 1: A. Nanopartikel auf Basis von Eisenoxiden (hier: Fe_3O_4) werden aufgrund ihrer magnetischen Eigenschaften von einem Magneten angezogen; B. Befinden sich die Partikel in einem Magnetfeld, so richten sich diese entsprechend aus; C. Aufnahme von Nanopartikel durch Transmissions-Elektronen-Mikroskopie (TEM).

Krebs ist eine der weitverbreitetsten und häufigsten Krankheiten weltweit. Die Entwicklung neuer Methoden und neuer Materialien bzw. Medikamente für die Krebsbekämpfung nimmt einen großen Anteil in der medizinischen und naturwissenschaftlichen Forschung ein. Es besteht ein großes Selektivitätsdefizit bei den meisten, aktuellen Therapien, so in der Chemotherapie oder der Radiotherapie. Denn neben Krebszellen werden auch gesunde Zellen mit zum Teil dramatischen Nebenwirkungen angegriffen. Dieses ist auch ein Grund, warum die Heilungschancen für bestimmte Krebsklassen immer noch als gering oder mäßig anzusehen sind.

Nanoskalige Eisenoxide ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Fe}_2\text{O}_3$) (Abbildung 1C.) besitzen einige einzigartige Fähigkeiten. Neben ihren magnetischen Eigenschaften zeigen sie Superparamagnetismus. Dieser erlaubt das schnelle Erhitzen der Nanopartikel in einem externen elektromagnetischen Wechselfeld. Dieses indirekte Heizen wird auch als induktives Heizen bezeichnet; man findet es z. B. beim Induktionsherd in der häuslichen Küche. Diese nanoskaligen Materialien finden seit einiger Zeit unter dem Begriff Hyperthermie Anwendung in der Krebstherapie [3]. Hierbei handelt es sich um ein Verfahren, bei dem über induktive Erwärmung der nanostrukturierten Partikel das Tumorgewebe unter thermischen Stress gesetzt wird. Dieses sensibilisiert die Tumorzellen für die Chemotherapie oder aber leitet den programmierten Zelltod ein.

Für die Verbesserung der bisherigen Ansätze in der Krebstherapie wird derzeit die Entwicklung sogenannter „Wirkstoff-Konjugate“ stark vorangetrieben. Solche Konjugate bestehen aus drei Komponenten: 1. einer Tumor-adressierenden Gruppe, 2. einem spaltbaren Verbindungselement und 3. dem antitumoralen Wirkstoff, dem Toxin (Abbildung 2A.). Diese Konstrukte sind in der Lage, das Toxin zielgerichtet und selektiv zu den Tumorzellen zu führen. Hierbei stellt die tumoradressierende Gruppe quasi eine Leitsonde dar. Während der freie Wirkstoff eine sehr hohe zytotoxische Aktivität aufweisen muss, dürfen diese kompletten Konjugate diese Eigenschaft nicht besitzen, damit sie ohne Schädigung des Körpers bis zum Tumorgewebe gelangen können. Im Februar 2013 wurde das erste industriell entwickelte Konjugat (Trastuzumab emtansine) für die klinische Nutzung gegen Brustkrebs zugelassen. Es enthält einen tumorspezifischen Antikörper als Leitsonde, welches an bestimmte tumortypische Rezeptoren andocken kann und dann zusammen mit dem gebundenen Toxin gemäß eines trojanischen Pferdes in die Tumorzelle internalisiert wird, wo nach Spaltung das freie Toxin seine tödliche Wirkung entfaltet.

Der Einsatz von superparamagnetischen Nanopartikeln (Abbildung 1C.) ermöglicht nun die Entwicklung weiterer Chemotherapeutika, die derzeit an den Forschungszentren LNQE und BMWZ der Leibniz Universität bearbeitet werden [4].

Für die medizinische Behandlung verfolgt das Konzept die Beladung dieser heizbaren Nanopartikel mit hochaktiven Toxinen wie den aus Bakterien gewonnenen Ansamitocinen (Abbildung 2D.) [5]. Im Sinne der oben beschriebenen Konjugate werden Nanopartikel und Toxin über ein spaltbares Verbindungselement verbunden.

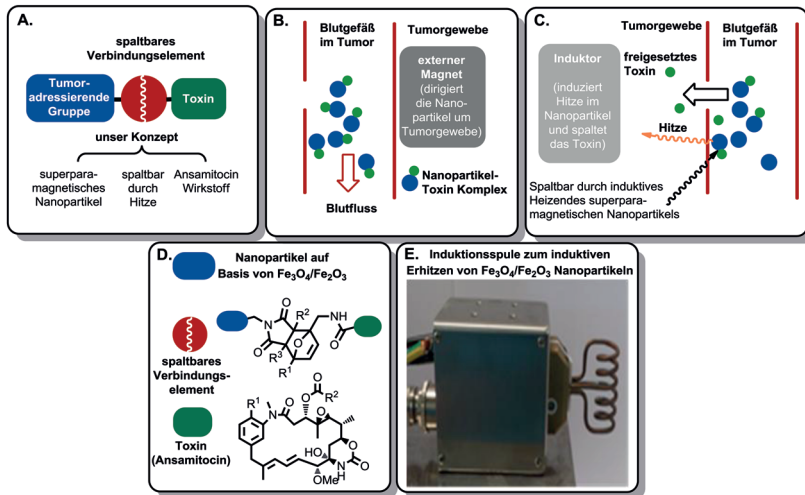


Abb. 2: A. Konjugat-Konzept in der chemotherapeutischen Behandlung von Krebs, bestehend aus einer Tumor-adressierenden Gruppe (z. B. Antikörper), einem spaltbaren Verbindungselement und einem Toxin; B. Dirigierung der superparamagnetischen Nanopartikel-Toxin Konjugate zum Tumorgewebe über einen externen Magneten; C. Erzeugung durch Wärme durch Induktion und vor Ort Freisetzung des Toxins durch Spaltung es Verbindungselements; D. Aufbau der Konjugate bestehend aus induktiv erwärmbaren Nanopartikel, thermisch spaltbaren Verbindungselement (Linker) und Toxin auf Basis von Ansamitocin; E. Induktionsspule für Laboranwendungen.

Der Spaltmechanismus wird durch induktiv erzeugte Hitze ausgelöst, also beim Anlegen des externen Induktionsfeldes (Abbildung 2C. und 2E.). Tumorzellen sind gemeinhin sensitiver gegenüber Stresssituationen als die thermoresistenteren, gesunden Zellen und werden bei Temperaturen von 42 °C geschädigt. Die selektive Schädigung wird dadurch erhöht, dass die gezielte Anreicherung der „Wirkstoff-Nanopartikel-Konjugate“ innerhalb des Tumorgewebes, z. B. durch Führung dieser durch die Blutbahn mittels eines externen Magneten möglich ist (Abbildung 2B.). Erste in vivo-Studien, durchgeführt am Zentrum für Experimentelle und Klinische Infektionsforschung GmbH (Twincore, MH Hannover), offenbarten die Biokompatibilität der intakten Konjugate und die erfolgreiche Freisetzung des Toxins unter hyperthermischen Bedingungen, wodurch die Reduktion des Tumolvolumens in einem Xenograft Mausmodell nachgewiesen wurde (Abbildung 3) [6].

Die in den Konjugaten eingesetzten Eisenoxid-Nanopartikel sollten nach erfolgter Therapie im Körper vollständig abgebaut oder ausgeschieden werden können. Es handelt sich hierbei also um die konzeptionelle Kombination zweier Therapieverfahren, der Chemotherapie und der Hyperthermie.

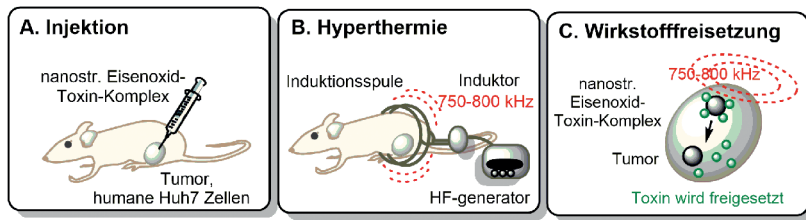


Abb. 3: A. Xenograft Mausmodell wird mit dem Nanopartikel-Toxin-Konjugat durch direkte Injektion in den Tumor behandelt; B. Hyperthermisches Aufwärmen dieser nanostrukturierten Eisenoxid-Partikel in einem elektromagnetischen Wechselfeld; C. Bestimmung des Tumorstadiums bzw. Vermessung des Tumorsvolumens.

Perspektivisch wurde die Zusammenarbeit zwischen den beiden universitären Einrichtungen in Hannover um eine weitere mit dem Helmholtzzentrum für Infektionsforschung in Braunschweig ausgedehnt. Gemeinsam wurde ein Konzept für den gezielten Transport dieser Eisenoxid-Toxin-Nanopartikel im Körper zum Tumorgewebe entwickelt, die mit der skizzierten Freisetzung durch Hyperthermie kombiniert wurde. Als Transportsystem wurden Tumor-adressierende Makrophagen identifiziert, welche die beschriebenen nanostrukturierten Toxin-Konjugate aufnehmen und im Sinne eines trojanischen Pferds zum Zielort führen. Diese Studien befinden sich derzeit noch in einer explorativen Phase [7], dokumentieren aber die ausgeprägte Risikofähigkeit und Interdisziplinarität moderner akademischer Wirkstoffforschung.

Fallbeispiel 2: Atmen durch Plastik

Die mechanische Beatmung (Intubation) ist eine Standardtherapie bei akutem Lungenversagen. Jedoch kann durch die hierbei auftretenden physischen Belastungen die Lunge auch weiter geschädigt werden [8]. Einen Ausweg bieten hier Oxygenatoren, bei denen die lebensnotwendige Anreicherung des Blutes mit Sauerstoff und die Entfernung von Kohlendioxid außerhalb des Körpers durchgeführt wird. Diese Oxygenatoren bestehen aus Sauerstoff-durchströmten Hohlfasermembranen aus gasdurchlässigem Kunststoff, welche in Kassetten verbaut werden. Das Blut des Patienten wird dann durch diese Kassetten geleitet, wobei der Gasaustausch - ähnlich wie bei der Herz-Lungenmaschine bei Operationen am Herzen - durch die Hohlfasern stattfindet.

Ein Problem dieser Oxygenatoren (Abbildung 4A) ist jedoch, dass es an der Kunststoffoberfläche zu Ablagerungen von Blutbestandteilen kommt, wodurch die Anwendungsdauer dieser Geräte auf oftmals nur wenige Tage beschränkt bleibt

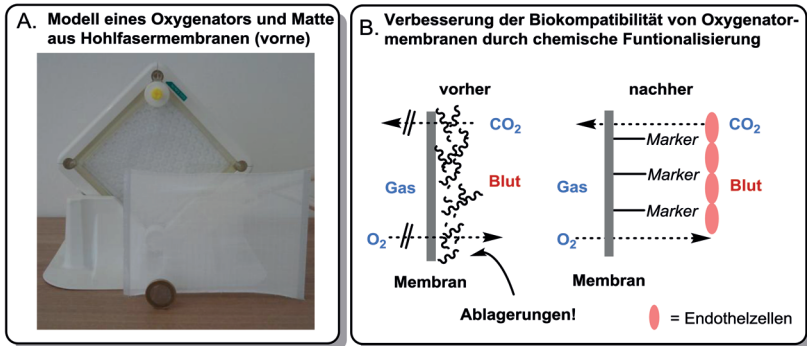


Abb. 4: A. Oxygenator (Hersteller: Novalung GmbH); B: Konzept der Oberflächen-modifizierung.

[8]. Nach dieser Zeit muss der Oxygenator ausgetauscht werden wodurch es zu erneuten Beeinträchtigungen für den Patienten kommen kann.

Nachdem an der MH Hannover gezeigt werden konnte, dass die Besiedlung der Hohlfasern mit Lungen-Endothelzellen die Hämokompatibilität der Fasern deutlich erhöht, sollte nun die Oberfläche der Fasern so verändert werden, dass eine stabile Ansiedlung dieser Zellen ermöglicht wird [9]. Hierzu sollte eine in natürlichem Kollagen vorkommende Aminosäuresequenz, das sogenannte RGD-Peptid, verwendet werden. Studien haben gezeigt, dass dieses Peptid von den Zellen erkannt wird und die Anheftung von Zellen an hiermit beschichteten Oberflächen und Materialien begünstigt (Abbildung 4B).

Abbildung 5A bezeugt den Aufbau der Peptid-Beschichtung. Der Prozess der Beschichtung startet mit einem chemischen Abstandhalter, der das RGD-Signal-Peptid

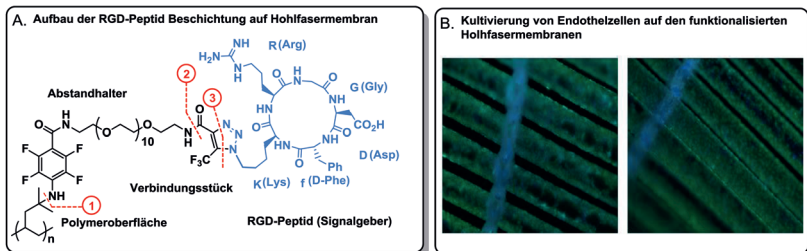


Abbildung 5: A: Aufbau der RGD-Peptid Beschichtung (Strichelung: Orte und Reihenfolge der chemischen Verknüpfungsreaktionen); B: Hohlfaser besiedelt mit Endothelzellen; links: nach 24 Stunden, rechts: nach 72 Stunden Kultivierung.

in einer ausreichend großen Entfernung von der Kunststoffoberfläche positioniert. Durch diesen Abstandhalter können die Zellen das freier zugängliche RGD-Peptid besser erkennen. Dieses Element musste jedoch zuerst auf der Oberfläche verankert werden. Um dieses Ziel zu erreichen ist es wichtig, Reaktionsbedingungen zu finden, mit denen man die chemisch sehr wenig reaktive Oberfläche der Hohlfasern bearbeiten kann. Hier war eine Plasma-Behandlung essentiell, die die vormals wasserabweisende Oberfläche nun für Wasser und Alkohole gut benetzbar machte. Die Plasma-behandelten Hohlfasern können nun mit einer alkoholischen Lösung des Abstandshalters behandelt werden. Die feste Abbindung an die Oberfläche erfolgte dann unter UV-Licht über einen sogenannten Nitren-Einbau.

Da das Signal-Peptid eine Vielzahl reaktiver chemischer Gruppen wie Carbonsäuren und Aminogruppen enthält, konnte es nicht direkt an den Abstandhalter gekoppelt werden. Unter hierbei typischen Bedingungen würde das Peptid ansonsten verändert und deaktiviert werden. Daher wurde zuerst ein Verbindungsstück eingebaut, welches ohne den Zusatz weiterer Reagenzien oder Katalysatoren mit dem RGD-Peptid reagieren kann. Dieser Reaktionstyp, für den das Peptid mit einem Azid ausgerüstet werden musste, wird wegen seiner Eleganz auch als „click“-Reaktion bezeichnet. „Click“-Reaktionen bieten den großen Vorteil, dass sie aufgrund ihrer milden Bedingungen auch in biologischen Systemen eingesetzt werden können, um beispielsweise Signalmoleküle direkt auf Zelloberflächen anzubinden.

Die biologische Untersuchung der Hohlfaser wurde an der Medizinischen Hochschule Hannover in den Leibniz Forschungslaboratorien für Biotechnologie und künstliche Organe durchgeführt. Hier konnte gezeigt werden, dass auf den RGD-beschichteten Hohlfasern eine homogene Besiedlung mit Endothelzellen ohne Funktionsverlust bezüglich der Gasdurchlässigkeit zu beobachten war (Abbildung 5B). Damit wurde ein Konzept realisiert, welches die Lebensdauer von Oxygenatoren erheblich verlängert.

Ausblick

Es gibt gute Gründe, Themen der Wirkstoffforschung in universitären Translationszentren wie dem Biomolekularen Wirkstoffzentrum (BMWZ) zu bündeln, um so die klassischen Grenzen der akademischen Fachdisziplinen aufzubrechen und naturwissenschaftlich-technisch-medizinische Fragestellungen zu bearbeiten, die sich als zu risikoreich für die pharmazeutische Industrie erweisen. In diesem Umfeld erlernt die nächste Generation von Chemikern, Ingenieuren, Biowissenschaftlern und Medizinern die teamorientierte Forschung, wie sie in den Entwicklungsabteilungen von Unternehmen zwingend üblich ist. Zusätzlich sind interdisziplinär ausgerichtete Forschungszentren wie das BMWZ für außeruniversitäre Forschungszentren, z.B. in der Helmholtzgemeinschaft, wesentlich interessantere Partner und öffnen die Universitäten für große Netzwerkprogramme. Der vorliegende Bericht liefert anhand von zwei Fallbeispielen einen Einblick in diese Entwicklung.

Literatur

- [1] LIU, X., Z. ZHONG, Y. TANG & B. LIANG (2013): Review on the Synthesis and Applications of Fe_3O_4 Nanomaterials. – J. Nanomaterials, article ID 902538, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/902538>.
- [2] Schriften der Friedrich-Ebert-Stiftung: GROBE, A., C. SCHNEIDER, M. REKIC & V. SCHETULA (2008): Nanomedizin – Chancen und Risiken, ISBN: 978 -3- 89892-965 -3 <http://library.fes.de/pdf-files/stabsabteilung/05709.pdf>
- [3] SOHAI, A., Z. AHMAD, O.A. BÉG, S. ARSHAD & L. SHERIN (2017): A review on hyperthermia via nanoparticle-mediated therapy. – Bull. Cancer **104**: 452–461.
- [4] NORRIS, M.D., K. SEIDEL & A. KIRSCHNING (2019): Externally induced drug release systems with magnetic nanoparticle carriers: an emerging field in nanomedicine – Adv. Therap. **2**: 1800092.
- [5] WANG, L.-L., A. BALAKRISHAN, D. CANDITO, Y. XIE, K. SEIDEL, N. BIGALL, M. OTT & A. KIRSCHNING (2017): A bio-chemosynthetic approach to superparamagnetic iron oxide - ansamitocin conjugates for use in magnetic drug targeting (MDT) – Chem. Eur. J. **23**: 2265–2270.
- [6] SEIDEL, K., A. BALAKRISHAN, C. ALEXIOU, C. JANKO, R.-M. KOMOLL, L.-L. WANG, A. KIRSCHNING & M. OTT (2017): Inductively heated magnetic nanoparticle-ansamitocin conjugates lead to decreased cell proliferation in vitro and attenuation of tumor growth in vivo. – Chem. Eur. J. **23**: 12326–12337.
- [7] ULLAH, S.; K. SEIDEL, S. TÜRKHAN, D.P. WARWAS, T. DUBICH, M. RHODE, H. HAUSER, P. BEHRENS, A. KIRSCHNING, M. KÖSTER & D. WIRTH (2019): Macrophage entrapped silica coated superparamagnetic iron oxide particles for controlled drug release in a 3D cancer model. – J. Contr. Release. **294**: 327–336.
- [8] RICARD, J.D., D. DREYFUSS & G. SAUMON (2003): Ventilator-induced lung injury – Eur. Respir. J. Suppl. **42**: 2s-9s.
- [9] MÖLLER, L., C. HESS, J. PALECEK, Y.U.A. HAVERICH, A. KIRSCHNING & G. DRÄGER (2013): Towards a biocompatible artificial lung: Covalent functionalization of poly-4-methylpent-1-ene (TPX) with cRGD pentapeptide Beilstein. – J. Org. Chem. **9**: 270–277.

EXKURSION

Exkursion für BWG-Mitglieder am 24. und 25. Mai 2018

Landschaftsökologische Exkursion in die Kernzone des **UNESCO-Biosphären-reservats Hohe Rhön** für BWG-Mitglieder.

Exkursionsleitung:

Prof. Dr. Dr. Annette Otte, korrespondierendes Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

Exkursionspunkte:

Naturnahe montane Laubwälder und -Blockschutthalde am NSG Schafstein, Rotes und Schwarzes Moor (Hessen, Bayern), Montanes Grünland (Goldhaferwiesen, Borstgrasrasen, Lupinen-invadierte Bereiche) entlang der Hoehrhönstraße

24.05.2018

- Stadtrundgang Fulda „Rolle der Benediktiner für die Kolonisation der Rhön
- Buchen-, Laubmischwälder und die Vegetation und Geologie der Blockschutthalde des Schafsteins in der Kernzone des Biosphärenreservats (Naturschutzgebiet Schafstein)

25.05.2018

- Feuchte und frische Goldhaferwiesen der Hohen Rhön
- Vorstellung Forschungsvorhaben der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) „*Management der invasiven Stauden-Lupine (Lupinus polyphyllus Lindl) in einem komplexen Schutzgebietssystem*“
- Lebensraum-Komplex Mittelgebirgshochmoor „Schwarzes Moor“ (Bayern)

KLASSENSITZUNGEN

Nanoporöse Biomaterialien*

PETER BEHRENS

Institut für Anorganische Chemie, Leibniz Universität Hannover, Callinstrasse 9,
DE-30167 Hannover und Cluster of Excellence Hearing4all, Leibniz Universität Hannover,
Hannover E-Mail: peter.behrens@acb.uni-hannover.de

1. Biomaterialien

Als Biomaterialien bezeichnet man Werkstoffe, die zur Konstruktion von Vorrichtungen dienen, die im Körper Aufgaben erfüllen, zu denen der Körper nicht mehr in der Lage ist. Hierzu gehören neben der großen Gruppe von Implantaten auch temporär genutzte Materialien wie Nahtmaterialien oder solche zur Konstruktion von Gerüsten (Scaffolds) für die Erzeugung von Gewebetransplantaten (Tissue Engineering). Implantate findet man besonders häufig im dentalen Bereich (Zahnimplantate), im muskuloskelettalen System (Knochen- und Gelenkprothesen) und im Bereich der Sinnesorgane (Ersatz der körpereigenen Linse durch eine Intraokularlinse, Cochlea-Implantate). Implantate gewinnen angesichts des Mangels an Transplantaten und des wachsenden Lebensalters der Bevölkerung zunehmend an allgemeiner Bedeutung. Dabei wirken Implantate manchmal lebensrettend, erhöhen aber immer wesentlich die Lebensqualität der Betroffenen.

Biomaterialien müssen biokompatibel sein, dürfen also keine unerwünschten Immunreaktionen oder Abstoßungsreaktionen hervorrufen; sie dürfen auch nicht toxisch, kanzerogen oder reproduktionstoxisch sein. Dies gilt auch für eventuelle Abbauprodukte der Biomaterialien, denn neben bioinerten Biomaterialien (wie Titan, Aluminiumoxidkeramik, Silicon), die kaum Wechselwirkungen mit dem Körper eingehen, werden auch biodegradierbare Stoffe verwendet, die im Körpermilieu abgebaut werden (z.B. Magnesium, Calciumphosphate). Bioaktive Biomaterialien wirken aktiv auf den Körper ein, indem sie z.B. die Einheilung eines Implantats unterstützen. Neben den biologisch-medizinischen Aspekten spielen häufig die mechanischen Eigenschaften der Biomaterialien eine wichtige Rolle, insbesondere beim Einsatz in lasttragenden Bereichen (Knochen, Zähne). Einige Implantate übernehmen sehr spezielle Funktionen, wie z.B. stimulierende

* Der Vortrag wurde am 09.02.2018 in der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Elektroden (Herzschrittmacher, Cochlea-Elektroden, Neurostimulatoren für die tiefe Hirnstimulation z.B. zur Behandlung der Parkinson-Erkrankung), und auch hierfür müssen geeignete Materialien vorhanden sein. Schließlich sollten die Materialien sterilisierbar sein und, angesichts der steigenden Kosten im Gesundheitswesen, auch kosteneffizient.

2. Nanomedizin

Nanoobjekte haben Abmessungen im Bereich von 1 bis 100 Nanometer und zeigen häufig spezielle Eigenschaften, die sich so in den jeweiligen Volumenstoffen nicht finden. Die Anwendung der Erkenntnisse der Nanotechnologie in der Medizin ist derzeit ein intensives Forschungsgebiet, was insofern nicht erstaunt, als dass die charakteristischen Abmessungen von Nanomaterialien denen vieler biologischer Moleküle und Strukturen ähneln. Einer der intensiv beforschten Bereiche der Nanomedizin ist die Nutzung von Nanopartikeln als Vehikel für die gezielte Wirkstofffreisetzung. Medikamente, die systemisch (den gesamten Organismus betreffend) verabreicht werden, lösen häufig erhebliche Nebenwirkungen aus. Medikamenten-tragende Nanopartikel können aufgrund ihrer geringen Abmessungen prinzipiell verhältnismäßig leicht in die unterschiedlichsten Bereiche des Körpers vordringen, wenn sie in die Blutbahn injiziert werden. Deswegen wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, solche Nanopartikel gezielt an die gewünschten Wirkorte zu lenken, z.B. durch das Anbringen von Molekülen auf der Oberfläche der Nanopartikel, die einer spezifischen Erkennung dienen (Liganden für zell-spezifische Rezeptoren, Antikörper für Antigene). Solche Ansätze zeigen in Zellkulturen und in Tierexperimenten einigen Erfolg. Eine erfolgversprechende Übertragung auf den Menschen steht noch aus.

Eine Alternative ist die direkte Injektion von Wirkstoffen oder Wirkstoff-beladenen Nanopartikeln an den Wirkort. Häufig ist jedoch der Zugang zu tiefer gelegenen Körperregionen schwierig und die Medikamente können fortgeschwemmt werden, auch wenn durch die Immobilisierung an den im Vergleich zu den Wirkstoffmolekülen weniger beweglichen Partikeln die Wirkstoffe länger in der Wirkregion verbleiben. Vielversprechender ist die Fixierung an einem festen Träger, der an den Wirkort gebracht wird. Dient dieser Träger tatsächlich nur dazu, einen Wirkstoff freizusetzen, spricht man von Implantat-basierter Wirkstofffreisetzung. Hierfür muss allerdings ein nur aus diesem Grund notwendiger medizinischer Eingriff durchgeführt werden, wovor häufig zurückgeschreckt wird. Anders verhält es sich in solchen Fällen, wo aus anderen medizinischen Gründen sowieso ein Implantat eingesetzt werden muss und eine Operation aus diesem Grund notwendig ist. In solchen Fällen kann das Implantat zusätzlich die Aufgabe übernehmen, einen Wirkstoff freizusetzen. In solchen Fällen spricht man von Implantat-assoziiierter Wirkstofffreisetzung. Die vom funktionalen Implantat abgegebenen Wirkstoffe dienen dabei meist der Therapie von Erscheinungen, die mit der Implantation verbunden sind: Verhindern

überschießender Fremdkörper- oder Entzündungsreaktionen, Bekämpfen Implantat-assoziiierter Infektionen, Verbessern der Einheilung der Implantate. Dabei dürfen die mit dem Implantat assoziierten Wirkstofffreisetzungssysteme nicht die eigentliche Funktion des Implantats beeinflussen.

3. Nanoporöse Biomaterialien

Für die Implantat-assoziierte Wirkstofffreisetzung werden Biomaterialien benötigt, die den Aufbau eines möglichst effizienten Freisetzungssystems erlauben und die mit den Grundwerkstoffen des Implantats kompatibel sind. Die Effizienz eines Freisetzungssystems beurteilt sich im Wesentlichen nach zwei Kriterien: Einer im Vergleich zum aufbauenden Biomaterial möglichst hohen Speicherkapazität für Wirkstoffe sowie eine Freisetzungskinetik, die den lokalen pharmakologischen Erfordernissen angepasst ist. Die Freisetzungskinetiken können sich durchaus deutlich unterscheiden: So ist bei der Bekämpfung von Infektionen häufig die schnelle Abgabe großer Wirkstoffmengen (z.B. Antibiotika) erwünscht; soll hingegen die Ausbildung des natürlichen Gewebes um das Implantat herum gefördert werden – dies kann z.B. durch die Gabe von Wachstumsfaktoren geschehen, die die umgebenden Zellen in gewisser Weise „steuern“ – so ist eine langfristige Abgabe eher niedriger Dosen notwendig.

Häufig für die lokale Wirkstofffreisetzung eingesetzte Biomaterialien sind Polymere. Aufgrund der Vielfalt der verfügbaren Polymere, darunter auch natürliche wie Collagen, und den etablierten synthetischen Zugängen lassen sich die gewünschten Freisetzungskinetiken sehr gut einstellen und Polymerbeschichtungen lassen sich recht leicht auf Implantate aufbringen. Auch gibt es unter den Kunststoffen viele biokompatible Vertreter. Allerdings ist die Menge an Wirkstoff, die ein Polymer aufnehmen kann, begrenzt, meist auf etwa 10-20%. Versucht man, mehr Wirkstoffmoleküle im Polymer zu „lösen“, so verliert das Polymer seine mechanische Stabilität, wird zunächst weich, dann klebrig.

Auch auf den Oberflächen anorganischer Nanopartikel lassen sich nur verhältnismäßig geringe Mengen von Wirkstoffmolekülen immobilisieren, obwohl das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen immerhin günstiger ist als bei größeren Partikeln. Große Wirkstoffmengen lassen sich hingegen in nanoporösen Materialien unterbringen. Solche Stoffe enthalten definitionsgemäß Poren, deren Durchmesser kleiner sind als 100 Nanometer. Verwendet werden meist Materialien mit Poren im Bereich von 3 bis 15 Nanometer. Damit passen sowohl kleine Wirkstoffmoleküle (small molecule drugs) als auch Proteinmoleküle (wie Wachstumsfaktoren) in die Poren. Der große Vorteil der nanoporösen Materialien ist, dass sich die Wirkstoffmoleküle nicht erst – wie in einem Polymer – ihren Platz schaffen müssen, sondern in ein vorgefertigtes permanentes Porensystem eingelagert werden können. Dabei macht das Porenvolumen typischerweise 50% des Gesamtvolumens aus, was die

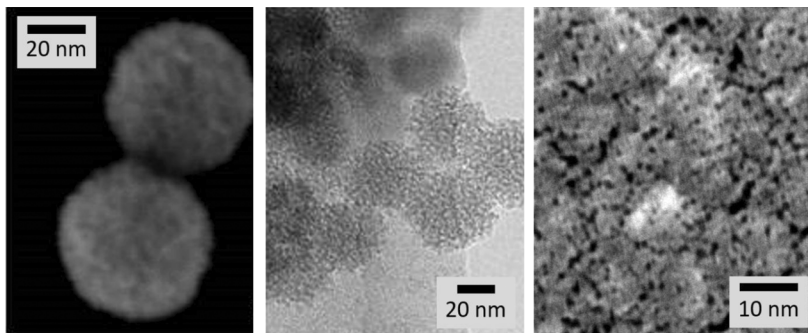


Abb. 1. Links und mitte: Nanoporöse Silica-Nanopartikel; neben dem Partikeldurchmesser von ca. 50 Nanometer lassen sich im rasterelektronenmikroskopischen Bild (links) die Porenausgänge als dunkle Flecken erkennen, im transmissionselektronenmikroskopischen Bild wird die durchgehende Porosität deutlich. Rechts: Rasterelektronenmikroskopische Abbildung der Oberfläche von nanoporösem Platin; Porenausgänge können erkannt werden.

Anlieferung großer Wirkstoffmengen mit wenig Material, das den Körper möglicherweise belastet, erlaubt.

Das bekannteste nanoporöse Material ist amorphes Siliciumdioxid oder Silica. Nanoporöses Silica kann über ein Templatverfahren hergestellt werden, bei dem die Bildung des festen Silica aus einer Lösung erfolgt, in der sich Micellen befinden – Aggregate von organischen Tensidmolekülen. Die Micellen werden dabei vom Silica umschlossen. Verbrennt man anschließend die organische Substanz, so verbleiben die zuvor von den Micellen besetzten Bereiche als Porenräume. Die Synthese von nanoporösem Silica lässt sich so steuern, dass sich Nanopartikel bilden oder dass damit Implantatoberflächen beschichtet werden können. Die Abbildung 1 zeigt elektronenmikroskopische Aufnahmen von nanoporösen Silica-Nanopartikeln.

Das amorphe nanoporöse Silica besitzt eine reaktive Oberfläche. Dies kann genutzt werden, um durch Modifizierungsreaktionen mit bestimmten Molekülen die Eigenschaften des Materials einzustellen, wie die Ladung oder die Hydrophilie/Hydrophobie. Umfangreiche Untersuchungen – von Zellkulturen über Tierexperimente bis hin zu ersten Versuchen im Menschen – haben gezeigt, dass das amorphe nanoporöse Silica eine sehr gute Biokompatibilität aufweist. Es löst sich im Körper langsam auf und wird dann ausgeschieden.

In unseren Arbeiten haben wir unter anderem Beschichtungen des nanoporösen Silica auf Mittelohrprothesen genutzt. Solche Implantate werden gesetzt, wenn durch eine bakterielle Infektion die Gehörknöchelchen im Mittelohr zerstört wurden; dann besteht kein mechanischer Kontakt mehr zwischen dem Trommelfell und dem Innenohr, das Ohr ist ertaubt. Durch eine Mittelohrprothese wird dieser

Kontakt wieder hergestellt. Wir haben Mittelohrprothesen aus einer Biokeramik mit einer sehr dünnen Beschichtung (ca. 50 Nanometer) aus nanoporösem Silica versehen und diese so modifiziert, dass die Poren vollständig mit dem Antibiotikum Ciprofloxacin gefüllt werden konnten, um so – simultan mit der Implantation – die Infektion zu bekämpfen. Im Tierexperiment am Kaninchen reichten so ca. 200 Nanogramm des Wirkstoffs aus, um eine bakterielle Infektion in einem Mittelohr auszulöschen. Hochskaliert auf das menschliche Mittelohr würde man ca. 1000 Nanogramm (1 Mikrogramm) benötigen [1,2]. Heutzutage werden Menschen mit einer Mittelohrinfektion, die ein Implantat erhalten, noch systemisch mit Gesamtdosen von etwa 5000 Milligramm behandelt. Durch die lokale implantat-assoziierte Applikation könnte sich die Dosis somit um einen Faktor von etwa 5 Millionen verringern lassen, mit entsprechender Reduktion der belastenden Nebenwirkungen.

Mit nanoporösen Silica-Nanopartikeln lassen sich auch wesentlich empfindlichere Wirkstoffe wie Wachstumsfaktoren freisetzen. Der Wachstumsfaktor Bone Mineralizing Protein 2 (BMP2) induziert das Knochenwachstum. In Zellkulturexperimenten konnten wir zeigen, dass von nanoporösen Silica-Nanopartikeln freigesetztes BMP2 die Differenzierung von mesenchymalen Stammzellen zu Osteoblasten – knochenbildenden Zellen – dirigiert [3]. Der Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) schützt existierende Neuronen und Synapsen und fördert das Wachstum neuer Nervenzellen. Nanoporöse Silica-Nanopartikel können dieses Protein in geringen Mengen über lange Zeiträume von bis zu sechzig Tagen freisetzen. In Zellkulturen mit Spiralganglienzellen konnten wir zeigen, dass diese geringen Mengen ausreichen, um das Überleben der Zellen zu sichern [4].

Nicht alle Implantatsysteme sind der Assoziation eines nanoporösen Wirkstoff-freisetzungssystems leicht zugänglich. Die Cochlea-Elektrode wird im Innenohr platziert, um die dort bei bestimmten Fällen der Ertaubung verbleibenden Nervenzellen durch elektrische Impulse zu stimulieren und so wieder ein Hören zu ermöglichen. Die Elektrode besteht aus zwei sehr inerten Biomaterialien, dem Metall Platin, das der elektrischen Stimulation dient, und dem Polymer Silicon, das als Isolator fungiert. Uns gelang es, auf den Platinkontakten der Elektrode durch ein elektrochemisches Verfahren nanoporöses Platin abzuscheiden (siehe Abb. 1). Hierauf lässt sich – bei Erhalt der elektrischen Leitfähigkeit und der Fähigkeit zur Stimulation – ein Wirkstofffreisetzungssystem etablieren.

Diese Beispiele zeigen die hohe Effizienz und Anpassungsfähigkeit nanoporöser Biomaterialien beim Einsatz in Implantat-assoziierten Wirkstofffreisetzungssystemen.

Danksagung

Ich danke meinen Mitarbeitern, die zu diesen Arbeiten beigetragen haben. Die Arbeiten wurden zum Teil durch die DFG gefördert, u.a. im Rahmen des Sonder-

forschungsbereiches 599 (Biomedizintechnik) und des Exzellenz-Clusters 1077 Hearing4all.

Literatur

- [1] EHLERT, N., P.P. MUELLER, M. STIEVE, T. LENARZ & P. BEHRENS (2013): Mesoporous silica films as a novel biomaterial: applications in the middle ear. – *Chem. Soc. Rev.* **42**: 3847–3861
- [2] LENSING, R., A. BLEICH, A. SMOCZEK, S. GLAGE, N. EHLERT, T. LUESSENHOP, P. BEHRENS, P.P. MÜLLER, M. KIETZMANN & M. STIEVE (2013): Efficacy of nanoporous silica coatings on middle ear prostheses as a delivery system for antibiotics: An animal study in rabbits. – *Acta Biomater.* **9**: 4815–4825
- [3] NEUMANN, A., A. CHRISTEL, C. KASPER, P. BEHRENS (2013): BMP2-loaded nanoporous silica nanoparticles promote osteogenic differentiation of human mesenchymal stem cells. – *RSC Adv.* **3**: 24222–24230
- [4] SCHMIDT, N., J. SCHULZE, D.P. WARWAS, N. EHLERT, T. LENARZ, A. WARNECKE, P. BEHRENS (2018): Long-term delivery of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) from nanoporous silica nanoparticles improves the survival of spiral ganglion neurons in vitro. – *PLoS ONE* **13**: e0194778

1+2+3+4+... = -1/12: Fake News – oder was ist dran? Gedanken zu einer Kontroverse

RAINER LÖWEN

Institut für Analysis und Algebra, TU Braunschweig, Universitätsplatz 2,
DE-38106 Braunschweig, E-Mail: r.loewen@tu-bs.de

Vor einigen Jahren meldete die Presse, einige Physiker hätten nun endlich die wahre Summe der unendlichen Reihe $1+2+3+4+\dots$ gefunden, und der Wert sei nicht unendlich, wie alle dachten, sondern $-1/12$. Unter anderem könnte diese Meldung ausgelöst worden sein durch einen populären Beitrag von A. Padilla und E. Copeland aus Nottingham auf dem Internetportal *Numberphile* (<https://www.youtube.com/watch?v=w-I6XTVZXww>, momentan 6,5 Millionen Aufrufe). Der physikalische Hintergrund dazu ist unter anderem eine Situation, die bei dem Casimir-Effekt in der Stringtheorie auftritt, wobei eine Kraft sich aus unendlich vielen gleichgroßen, positiven Beiträgen zusammensetzt. Messungen scheinen tatsächlich die Aussage zu stützen, dass die kombinierte Kraft den negativen Wert $-1/12$ (mal den Einzelbeitrag) hat. Hieraus ergibt sich die Herausforderung, dieses seltsame Verhalten einer unendlichen Reihe entweder mathematisch zu erklären, oder einen physikalischen Grund anzugeben, der den Widerspruch auflöst.

In dem Internet-Beitrag werden zu diesem Zweck, in der Absicht, allgemeinverständlich zu sein, divergente Reihen in einer Weise manipuliert (z.B. subtrahiert), die in der Mathematik mit Recht als unzulässig eingestuft wird, weil man mit derartigen Manipulationen leicht jedes beliebige Ergebnis begründen könnte. Es gab dazu entsprechend viel Widerspruch, unter anderem von *Mathologers* (Burkard Polster und Marty Ross in Melbourne, <https://www.youtube.com/watch?v=YuIIjLr6vUA>, zur Zeit 0,7 Millionen Aufrufe). In einer nachgereichten Erklärung bei Padilla und Copeland wird dann erläutert, dass die genannten Manipulationen sich durch einen Zusammenhang mit der Riemannschen Zeta-Funktion rechtfertigen ließen. Diese für die Zahlentheorie fundamentale Funktion ist durch eine unendliche Reihe definiert, deren Glieder von einer komplexen Zahl z mit Realteil >1 abhängen. Setzt man unerlaubterweise für z den Wert -1 ein, so

* Der Vortrag wurde am 13.04.2018 in der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

erhält man die Reihe $1+2+3+4+ \dots$ der natürlichen Zahlen. Andererseits kann man die Zeta-Funktion durch ein Standard-Verfahren (die analytische Fortsetzung) auf genau eine Weise für alle Werte von z ergänzen, auch für $z = -1$, und man erhält dann dort den Wert $-1/12$. Diesen Sachverhalt so zu interpretieren, als hätte man nun die Reihe $1+2+3+4+ \dots$ ausgewertet, ist ebenso gewagt wie die oben erwähnten unzulässigen Operationen und mit der gleichen Willkür behaftet.

Eine interessante Aussage findet man in einer der nachgereichten Erklärungen von Padilla; er schreibt da:

“As a physicist I understand that sum to mean something like the sum of all the harmonics of the fundamental string, not just a large number of them. Nature doesn’t offer you that choice. Staying in that context, when we write $1+2+3+ \dots$ we mean the contributions from all of the harmonics, and not the limit as N goes to infinity of the first N harmonics. So when we say it equals something, we mean „what is the value we should assign to the sum of all those harmonics“.”

Das ist eine bizarre Argumentation. Sie tut nichts weniger, als die Definition von Reihensummen als Grenzwert der Partialsummen in Frage zu stellen. Daran ist besonders pikant, dass Padilla ja im Zuge der gleichen Argumentation den (als Summe der analytisch fortgesetzten Reihe definierten) Wert der Zetafunktion bei -1 verwendet.

Nun gibt es verschiedene Wege, divergenten unendlichen Reihen in einem verallgemeinerten Sinn eine Summe zuzuordnen (sogenannte Limitierungsverfahren), aber keines von ihnen kann auf die Summe der natürlichen Zahlen angewandt werden um einen anderen Wert als unendlich zu erhalten, und alle beruhen darauf, dass man die Folge der Partialsummen (d.h. Summen von Anfangsstücken der Reihe) nimmt und in verschiedener Weise manipuliert und danach zu einem Grenzwert übergeht. Etwas anders steht es mit einer Methode, die der indische Mathematiker Ramanujan vor etwas über 100 Jahren eingeführt hat um divergenten Reihen Zahlenwerte zuzuordnen, und die in der Tat im Fall der Reihe $1+2+3+4+ \dots$ den Wert $-1/12$ liefert. Allerdings ist Ramanujan völlig klar, dass diese von ihm als „Wert“ der Reihe bezeichnete Zahl nicht als eine Summe aufgefasst werden kann. Die eingangs genannte Herausforderung könnte also dadurch erfüllt werden, dass man begründet, warum in der physikalischen Situation der Ramanujan-Wert der Reihe maßgeblich ist. Eine solche Begründung ist mir bei meiner (sehr bescheidenen) Literatur-Recherche nicht bekannt geworden. Günstiger steht es mit einem anderen Rechtfertigungs-Ansatz, der von einer „Glättung“ der gegebenen Reihe mit Hilfe einer sogenannten cutoff-Funktion ausgeht und dann das konstante Glied einer polynomialen Approximation der Partialsummen als „Wert“ der Reihe nimmt. Ein ernsthafter Versuch, dies mit der Physik des Casimir-Effekts in Einklang zu bringen, findet sich unter https://en.wikiversity.org/wiki/Quantum_mechanics/Casimir_effect_in_one_dimension. Wieweit das für Physiker überzeugend ist, kann ich nicht beurteilen.

Ich fühle mich erinnert an die Erfindung der Distributionen durch Dirac, ebenfalls vor 100 Jahren. Zunächst wurde damit auch in einer Weise argumentiert, die mathematischen Ansprüchen nicht genügte, aber so erfolgreich war, dass eine mathematische Klärung zwingend notwendig erschien. Es entstand in der Folge eine leistungsfähige Theorie, die vor allen Dingen klarstellt, wann gewisse zunächst unerlaubte Operationen durchgeführt werden dürfen und wann nicht. Das ist notwendig, Willkür ist in der Mathematik (außer bei der Festlegung von Begriffen bzw. Definitionen) nicht tolerierbar. Die Physik hat es da in gewisser Weise besser, sie hat die Experimente als Kontrollinstanz. Das hat die Mathematik nicht, sie muss sich intern durch strikt geführte Beweise absichern. Ob sich das hier besprochene Problem als ähnlich fruchtbar erweisen wird wie die Theorie der Distributionen, bleibt allerdings abzuwarten.

Über Frustration zu Neuem*

F. JOCHEN LITTERST

Institut für Physik der Kondensierten Materie, TU Braunschweig und
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro
Mendelssohnstraße 3, DE-38106 Braunschweig, E-Mail: j.litterst@tu-braunschweig.de

Frustration ist eine Lebenserfahrung, der wohl niemand entgehen kann. Dies gilt umso mehr für experimentell arbeitende Naturwissenschaftler in ihrer Tätigkeit, die ein gesundes Maß an Frustrationsresistenz (oder Sturheit) abverlangt.

Frustrationssituationen ergeben sich typischerweise dann, wenn es zu Widersprüchen zwischen einer Erwartungshaltung und deren realen Erfüllbarkeit kommt. Diese können z.B. in Behinderungen im persönlichen Bereich oder dem Fehlen nötiger materieller Mittel begründet sein, die hindern ein gesetztes Ziel zu erreichen. Fehlen alternativ realisierbare Lösungsmöglichkeiten, kann daraus Stagnation, ein Erstarren in einem gerade zufällig erreichten Zustand entstehen. Bieten sich andererseits viele gleichwertige Lösungswege an, steht die Entscheidung für einen dieser Wege an, was auch schwierig werden kann verbunden mit Hin- und Herschwanken zwischen allen offenen Möglichkeiten. Im praktischen Leben kann dies ins Chaos führen. Analoge Effekte sind aber auch in Physik und Chemie gut bekannt und werden seit Jahrzehnten studiert. Einige dieser Aspekte sollen hier skizziert werden, zunächst am Beispiel struktureller Frustration.

Während Atome und Moleküle in Gasen und Flüssigkeiten durch thermische Anregung ständig ihre Positionen zueinander verändern, sind sie in einem Kristall regelmäßig auf Gittern angeordnet; die Abstände untereinander und die Symmetrien werden durch chemische Bindungskräfte vorgegeben. Die Übergänge zwischen den Aggregatzuständen, von gasförmig zu flüssig und zum festen Zustand geschehen als wohldefinierte Phasenübergänge bei den Siede- und Schmelztemperaturen. Werden Atome und Moleküle einer Flüssigkeit oder eines Gases allerdings rasch abgekühlt, so kann es geschehen, dass sie sich nicht rasch genug auf einem regelmäßigen Gitter anordnen können und es entsteht ein *nichtkristalliner Festkörper* (z.B. ein Glas) mit komplexen lokalen Strukturen. Die übliche Ordnung des Gitters bei hohen Temperaturen wird unterdrückt. Diese so genannte geometrische Frustration kann

* Der Vortrag wurde am 01.06.2018 in der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

auch auf regulären Gittern entstehen, insbesondere wenn Unordnung in der chemischen Zusammensetzung (z.B. in Legierungen) oder Defekte vorliegen. Grund sind einander widersprechende Kräfte zwischen benachbarten Atomen, die unterschiedliche Anordnungen energetisch bevorzugen. Dies führt zu Abweichungen von den regulären atomaren Positionen mit einer Vielzahl möglicher Grundzustände bei tiefen Temperaturen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften. Typische Beispiele sind amorphe Materialien oder verdünnte Magnete.

Nicht alle Stoffe verfestigen bei Abkühlen zu tiefen Temperaturen. Es gibt einige seltene Ausnahmen wie die Heliumisotope ^3He und ^4He , die auf Grund von Quanteneffekten selbst am absoluten Temperaturnullpunkt flüssig bleiben und daher *Quantenflüssigkeiten* genannt werden.

Im Folgenden werde ich mich Frustrationseffekten in Magnetmaterialien zuwenden. Der Begriff der *Frustration* im Magnetismus geht vor allem auf die Arbeiten von Gerard Toulouse zurück, der mit diesem Konzept die Eigenschaften von amorphen Legierungen und *Spingläsern* beschrieb [1,2].

Magnetismus ist seit dem Altertum bekannt. Der breite Einsatz magnetischer Materialien geschah allerdings erst seit Mitte des 19. Jahrhunderts nach Entdeckung des Zusammenhangs von elektrischen und magnetischen Phänomenen und schließlich im 20. Jahrhundert, als erkannt wurde, dass der Magnetismus von Materialien durch Ströme atomarer Elektronen und ihren quantenmechanischen Drehimpulsen, den *Spins* erzeugt wird. Daher können auch die geläufigen Arten des Magnetismus nur durch Quantenmechanik erklärt werden. Die Richtungen der von den Spins erzeugten atomaren magnetischen Momente fluktuieren bei hohen Temperaturen durch thermische Anregung sehr rasch; dies ist der paramagnetische Zustand. Allerdings wechselwirken die Spins mit denen benachbarter Atome, so dass bei sinkender Temperatur magnetische Ordnung auftritt analog dem Phasenübergang vom flüssigen Zustand zur festen kristallinen Struktur. Magnetische Ordnung bedeutet eine einheitliche Ausrichtung der magnetischen Momente, in den einfachsten Fällen parallel oder entgegengesetzt zueinander (Abb.1). Im ersten Fall verstärken sich die magnetischen Momente durch die *ferromagnetische* Ordnung, im zweiten Fall kompensieren sie sich *antiferromagnetisch*. Die Phasenübergangstemperaturen, die Curie- bzw. die Néel-Temperatur (T_C bzw. T_N), variieren je nach Stärke der Wechselwirkungsstärke der Spins und können bei sehr tiefen Temperaturen von einigen Kelvin bis zu mehr als 1000 Kelvin betragen. Die heute bekannten geordneten Spinstrukturen sind vielfältig und weichen oft stark von den klassischen ferromagnetischen und antiferromagnetischen ab. Technisch besonders bedeutsam sind z.B. ferrimagnetische Materialien, bei denen die Momente unterschiedlicher Größe auf unterschiedlichen Gitterplätzen entgegengesetzt gerichtet koppeln.

Ähnlich wie bei den Bindungen der Atome im Kristallgitter kann es zwischen den magnetischen Kopplungen zu Widersprüchen und Konkurrenz kommen, z.B.

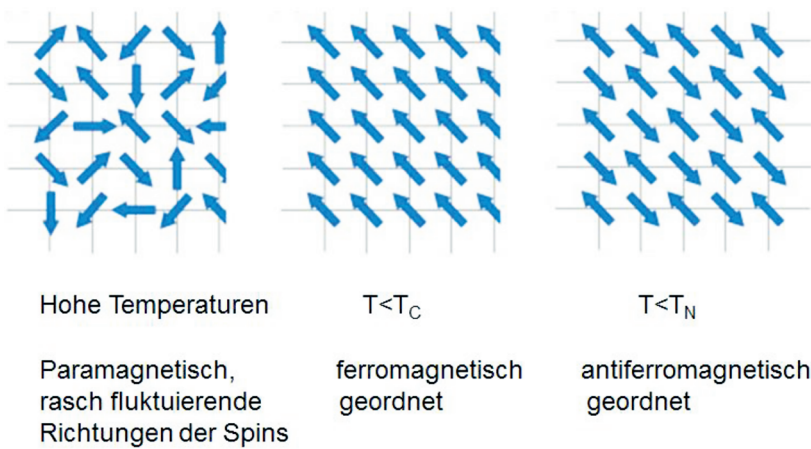


Abb. 1: Ausrichtung magnetischer Momente im ungeordneten paramagnetischen Zustand und in geordneten Ferromagneten und Antiferromagneten.

wenn für einige Nachbarspins eine ferromagnetische, für die anderen aber eine antiferromagnetische Kopplung energetisch günstiger ist. Dies ist eine typische Situation für geometrische Frustration, wie sie von Toulouse beschrieben wurde. Anstatt bei Abkühlung in einen geordneten Zustand bei einer definierten Curie- oder Néeltemperatur überzugehen, friert das Spinensemble bei tieferen Temperaturen über einen breiteren Temperaturbereich in einen Spinglaszustand ein, in dem als Kompromiss zwischen den konkurrierenden Wechselwirkungen die Spins in unterschiedliche Richtungen zeigen (Abb. 2). Man kennt eine ganze Reihe von Varianten dieser Spingläser je nach Art der beteiligten Atomsorten auf verschiedenen Kristallgittern und insbesondere in nichtkristallinen Festkörpern.

Eine andere Klasse von frustrierten Magneten, die in den letzten Jahren besondere Beachtung gefunden hat, sind *Spinflüssigkeiten* [3,4]. Dies sind keine Flüssigkeiten im klassischen Sinn, sondern Festkörper mit definierten Kristallstrukturen. Die Bezeichnung *Flüssigkeit* bezieht sich darauf, dass in diesen Materialien die Spins selbst noch im Grundzustand, der bei tiefsten Temperaturen eingenommen wird, rasch fluktuieren. Die magnetische Ordnung ist durch Frustration unterdrückt, das Einfrieren zum Spinglas wird durch Quantenanregungen verhindert. Das besondere an diesen Materialien ist, dass sie elektrische Isolatoren sind, d.h. die Freiheitsgrade der elektrischen Ladungen der Elektronen sind von denen der Spins entkoppelt, was zu neuen Quanteneffekten führt.

Betrachten wir zunächst ein einfaches Beispiel für *Spinfrustration*. Drei Spins (als Pfeile dargestellt) seien auf einem gleichseitigen Dreieck angeordnet (Abb. 3) und sollen jeweils paarweise antiferromagnetisch koppeln. Wie direkt zu sehen ist, geht

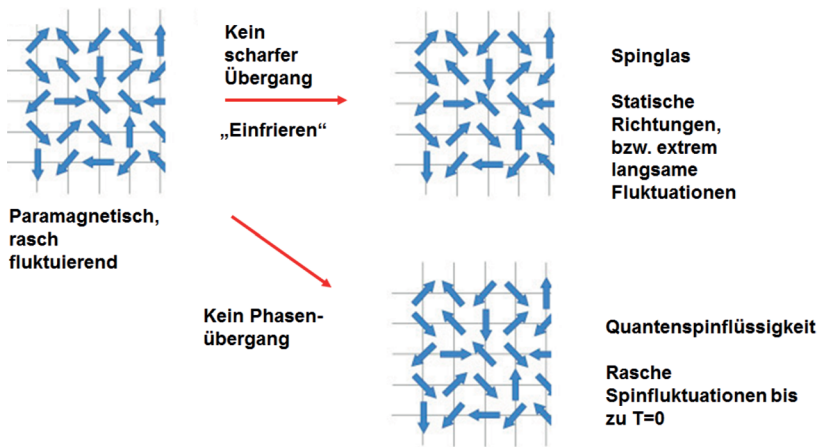


Abb. 2: Magnetische Grundzustände mit Frustration.

dies für jeweils zwei Spins, jedoch nicht für einen dritten, dort gibt es einen Widerspruch zwischen den Kopplungen zum ersten und zum zweiten Spin: Frustration!

1973 schlug P.W Anderson [5] vor, dass in einem ausgedehnten ebenen Dreiecksgitter, in dem die antiferromagnetische Ordnung unterdrückt ist, ein besonderer

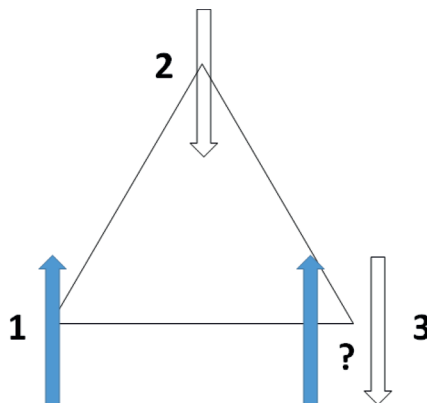


Abb. 3: Antiferromagnetische Kopplung dreier Spins ($S=1/2$) auf einem Dreieck führt zu Frustration.

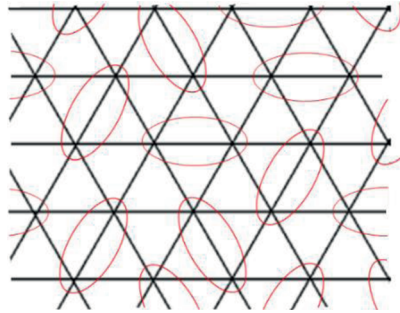


Abb. 4: Spinsingulett auf einem Dreiecksgitter.

Zustand gebildet werden könnte. In diesem koppeln jeweils zwei Spins mit Spinquantenzahl $S=1/2$ und den Einstellungen Spin aufwärts und abwärts zu unmagnetischen Singulett, in denen sich die beiden Einstellungen kompensieren (in Abb. 4 durch Ovale dargestellt), wobei die Kopplungspartner der Spins laufend wechseln. Die Quantenmechanik würde erlauben, dass Spins bis zum absoluten Temperaturnullpunkt in diesem *Resonant Valence Bond* (RVB) Zustand fluktuieren (analog zu den resonanten Fluktuationen zwischen konjugierten Doppelbindungen in organischen Molekülen). Dies wäre ein mögliches Szenario für eine Quantenspinflüssigkeit.

Allerdings gibt es dazu auch einen alternativen energetischen Grundzustand: Drei klassische Spins könnten sich ins Zentrum eines Dreiecks (oder entgegengesetzt) orientieren (Abb. 5), d.h. die Richtungen sind jeweils um 120° gegeneinander gedreht. Erweitert man dieses Dreieck durch Anfügen weiterer Dreiecke zu einem

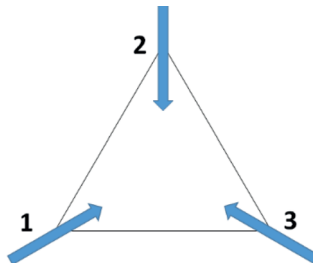


Abb. 5: Nicht frustrierte Anordnung von jeweils um 120° gegeneinander gedrehten klassischen Spins.

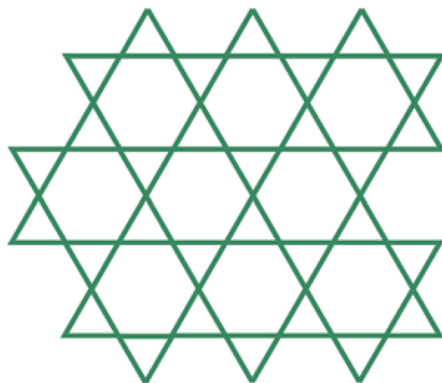


Abb. 6.: *Kagomé*-Gitter.

Gitter, zeigt sich, dass bei Fortsetzung der Strategie, die Pfeile um jeweils 120° zu drehen, deren Orientierung festgelegt ist. Dieser Zustand stellt eine spezielle anti-ferromagnetische Ordnung dar. Im Gegensatz zum RVB Zustand ist diese statisch.

Dies ist anders im *Kagomé*-Gitter (benannt nach einem japanischen Flechtmuster, Abb. 6). Im Gegensatz zum einfachen Dreiecksgitter erlaubt hier die Fortsetzung der Orientierungsstrategie aus dem ersten Dreieck in weiter entfernte Dreiecke eine Vielzahl möglicher Anordnungen. Der energetische Grundzustand eines derartigen Systems besteht aus dieser Vielzahl von Möglichkeiten, er ist „hochentartet“. Quantenmechanisch kann das System im RVB Modell selbst bei tiefsten Temperaturen zwischen all diesen Grundzuständen fluktuieren und es tritt keine magnetische Ordnung ein. Eine der vielen möglichen RVB Konfiguration für das *Kagomé*-Gitter ist in Abb. 7 dargestellt.

Das RVB Spinflüssigkeitskonzept gewann neue Aktualität als 1986 die ersten so genannten Hochtemperatursupraleiter entdeckt wurden [6]. Dies sind Kupratverbindungen mit ebenen, quadratischen Strukturen aus Sauerstoff und magnetischen Cu^{2+} -Ionen, die einen Spin $\frac{1}{2}$ tragen (siehe Abb. 8). Magnetische Ionen verhindern im Allgemeinen Supraleitung, so die Erfahrung aus herkömmlichen Supraleitern. La_2CuO_4 ist die Mutterverbindung einer Reihe hochtemperatursupraleitender Materialien, die durch Dotierung der Mutterverbindung hergestellt werden können. Anderson zeigte, dass auch in einem quadratischen Gitter wie dem von La_2CuO_4 die Ausbildung eines RVB Zustands möglich ist, d.h. der Magnetismus könnte damit unterdrückt werden [7]. Allerdings wurde diese Vorhersage nicht bestätigt.

In der Folge konnte in der Tat eine Serie von Spinflüssigkeiten in ebenen *Kagomé*-Strukturen sowie in dreidimensionalen, tetraedrischen Anordnungen von Cu^{2+}

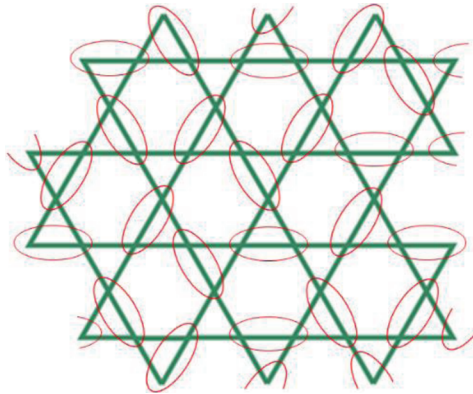


Abb. 7: Eine von vielen möglichen Anordnungen von Spinsingulets auf einem *Kagomé*-Gitter.

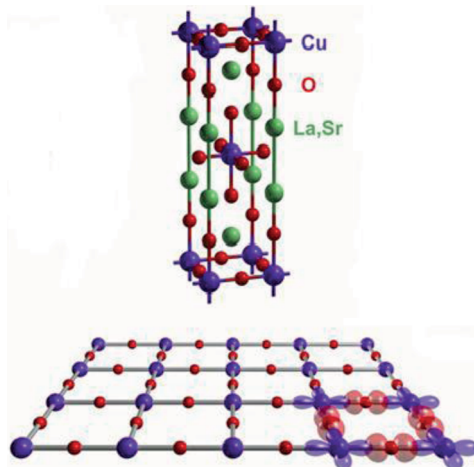


Abb. 8: Oben: Kristallstruktur des Kupratsupraleiters $\text{La}(\text{Sr})\text{CuO}_4$. Unten: Ausschnitt davon mit der typischen quadratischen Anordnung von Cu und O.

Verbindungen (z.B. Pyrochlorstrukturen) nachgewiesen werden (siehe dazu die Review von Yi Zhou, Kazushi Kanoda and Tai-Kai Ng [8]). All diese Materialien sind elektrisch isolierend, die magnetische Ordnung ist durch Frustration unterdrückt, sie besitzen im Allgemeinen niedere Dimensionalität und lokalisierte Spins $S=1/2$. Spinflüssigkeiten in quadratischen Spinanordnungen, wie von Anderson vorhergesagt, wurden allerdings nicht gefunden.

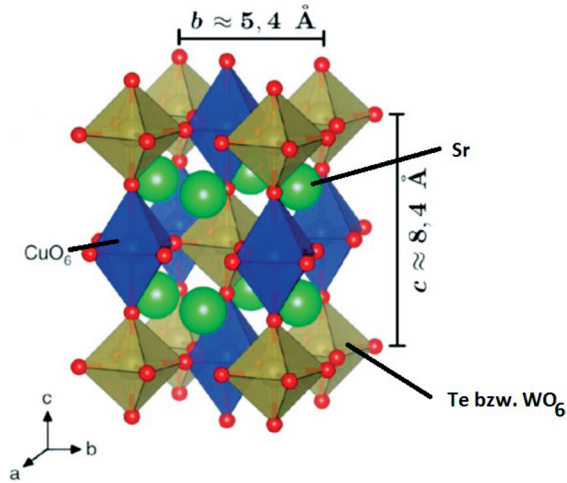


Abb. 9: Kristallstruktur des Doppelperowskits $\text{Sr}_2\text{CuTe}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_6$ [9].

Dies gelang erstmals 2017 in einer Zusammenarbeit von Gruppen der Aalto University (Finnland), dem Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro (Brasilien), der University of Nagoya (Japan), dem Rutherford-Appleton Laboratory (UK), dem Paul Scherrer Institut (Schweiz) und der TU Braunschweig [9]¹. Bei den studierten Materialien handelt es sich um so genannte Doppelperowskite. Dies sind Oxide, deren Kristallstruktur es erlaubt, die Kationenplätze mit einer sehr breiten Auswahl chemischer Elemente zu besetzen.

In dem hier speziell gewählten System $\text{Sr}_2\text{CuTe}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_6$ ist Cu^{2+} das einzige magnetische Ion und bildet gemeinsam mit Sauerstoff ein den Kupraten ähnliches ebenes Quadratgitter aus (Abb. 9). Das Material ist elektrisch isolierend. Die magnetischen Eigenschaften von $\text{Sr}_2\text{CuTeO}_6$ und Sr_2CuWO_6 waren bereits durch Magnetisierungsmessungen und Neutronenstreuung studiert worden [10,11]. Die Cu Spins beider Verbindungen ordnen bei 29 K bzw. 24 K antiferromagnetisch allerdings mit unterschiedlicher Ausrichtung der Spins zueinander. Die Ordnung in der Te Verbindung wird mit der üblichen antiferromagnetischen Néel Struktur beschrieben, bei der jeweils benachbarte Spins auf dem Quadratgitter entgegengesetzt gerichtet sind (Abb. 10, oben). In diesem Fall ist die antiferromagnetische Kopplung J_1 zwischen nächsten Nachbarspins stärker als die (J_2) zu den über-

¹ An dieser Stelle möchte ich unserer so breiten internationalen Kooperation für die äußerst effektive, beispielhafte Arbeit danken!

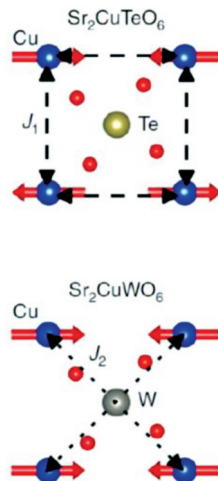


Abb. 10: Antiferromagnetische Kopplung zwischen Cu Spins in den CuO Ebenen von $\text{Sr}_2\text{CuTeO}_6$ und Sr_2CuWO_6 [9].

nächsten (diagonal in Abb. 10). Die Spinstruktur der W Verbindung dagegen ist *kolumnar* (Abb. 10, unten), die Kopplung J_2 ist stärker als J_1 , was dazu führt, dass sich Reihen parallel ausgerichteter Spins entgegengesetzt zu einer benachbarten Reihe paralleler Spins ausbilden.

Die unterschiedlichen magnetischen Kopplungen in den beiden Verbindungen werden dadurch verursacht, dass die Zustände der Te^{6+} Ionen ($4d^{10}$) nicht mit Sauerstoff hybridisieren (dadurch wird J_2 in der Te Verbindung unterdrückt), die von W^{6+} ($4d^0$) hybridisieren mit Sauerstoff und erlauben einen so genannten Superaustausch zwischen übernächsten Cu Nachbarn. Nach diesen Vorinformationen lag es nahe, das gemischte System $\text{Sr}_2\text{CuTe}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_6$ zu untersuchen, da zu erwarten war, dass dort die Kopplungen J_1 und J_2 von vergleichbarer Stärke sein sollten, eine Konkurrenz, die Frustration erzeugen sollte. In der Tat deuteten Messungen der spezifischen Wärme und der Magnetisierung darauf hin, dass die magnetische Ordnung stark unterdrückt wird und dass Spinanregungen bis zu sehr tiefen Temperaturen bestehen bleiben.

Eine äußerst sensitive Methode, selbst sehr kleine von magnetischen Momenten erzeugte Felder und deren Fluktuationen zu studieren, ist Myonenspin-Rotation und -Relaxation (μSR). Dies ist eine Sondenmethode, bei der in einem Teilchenbeschleuniger erzeugte spinpolarisierte Myonen (d.h. mit definierter Ausrichtung ihrer Spins) in die zu untersuchenden Materialien implantiert werden. Beim Zerfall der Myonen (Lebensdauer $2,2 \mu\text{s}$) werden Positronen emittiert. Die Richtung dieser emittierten Teilchen in Bezug auf die ursprüngliche Polarisationsrichtung der My-

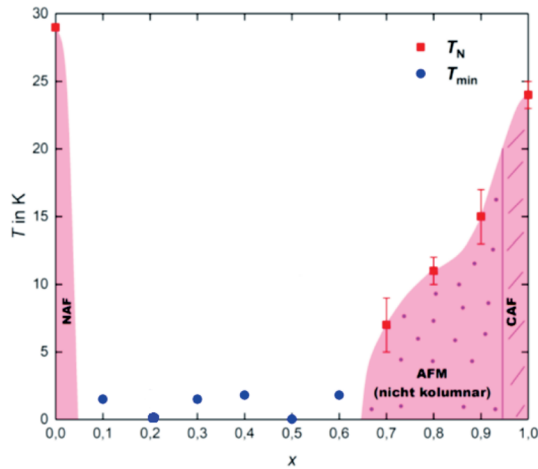


Abb. 11.: Magnetisches Phasendiagramm von $\text{Sr}_2\text{CuTe}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_6$. T_{\min} gibt die tiefsten Temperaturen an, bei denen keine magnetische Ordnung gefunden werden konnte. CAF: Kolumnarer Antiferromagnet. NAF: Néel Antiferromagnet.

onenspins wird bestimmt durch das am Implantationsort des Myons herrschende Magnetfeld, das von den benachbarten Magnetmomenten des zu untersuchenden Materials erzeugt wird. Eine kurze Beschreibung der Methode wurde in [12] gegeben. Mehr Details finden sich z.B. auf [13].

Erste μSR Experimente an $\text{Sr}_2\text{CuTe}_{0,5}\text{W}_{0,5}\text{O}_6$ wurden von unserer Arbeitsgruppe 2016 an der μS -Facility des Protonenbeschleunigers am Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen (Schweiz) durchgeführt. Bis herab auf 1,5 K wurde keine magnetische Ordnung beobachtet. Schließlich zeigten 2017 Experimente an der Tieftemperaturinstallation LTF des PSI, dass selbst bei 19 mK die Cu Spins immer noch sehr rasch fluktuieren. $\text{Sr}_2\text{CuTe}_{0,5}\text{W}_{0,5}\text{O}_6$ ist damit die erste experimentell nachgewiesene Spinflüssigkeit mit einem quadratischen Gitter von Cu Spins, wie sie von Anderson vorhergesagt wurde. In weiteren Experimenten an $\text{Sr}_2\text{CuTe}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_6$ mit variiertem Zusammensetzung x konnte gezeigt werden, dass die kolumnare Ordnung der W Verbindung durch Te Beimischung allmählich unterdrückt wird, die Ordnungstemperaturen sinken (siehe Phasendiagramm in Abb. 11). Ab einem Mischungsverhältnis x von 0,6 bis zu 0,1 ist geordneter Magnetismus unterdrückt, die Spins fluktuieren selbst bei tiefsten Temperaturen mit Frequenzen oberhalb von 100 MHz [14]. Hauptursache sind Quanteneffekte, die im Detail noch genauer zu untersuchen sind.

Diese Ergebnisse sind ein wichtiger Schritt, um die Mechanismen von Supraleitung und andere Eigenschaften von Quantenmaterialien besser zu verstehen. Frustration kann also zu Neuem führen!

Referenzen

- [1] TOULOUSE, G. (1977): Theory of the frustration effect in spin glasses. – Commun. Phys. **2**: 115.
- [2] VANNIMENUS, J. & G. TOULOUSE (1977): Theory of the frustration effect II. Ising-spins on a square lattice. – J. Phys. C: Solid State Phys. **10** L537.
- [3] MOESSNER, R. & A.P. RAMIREZ (2006): Geometrical frustration. – Physics Today **59**: 24.
- [4] TAKASHI, I. & Y.S. LEE (2016): Do quantum spin liquids exist? – Physics Today **69**: 30.
- [5] ANDERSON, P.W. (1973): Resonating valence bonds: A new kind of insulator? – Mater. Res. Bull. **8**: 153.
- [6] BEDNORZ, J.G. & K.A. MÜLLER: Possible high T_c superconductivity in the Ba–La–Cu–O system. – Z. Physik **B64**: 189.
- [7] ANDERSON, P.W. (1987): The Resonating Valence Bond State in La_2CuO_4 and Superconductivity. – Science **235**: 1196.
- [8] YI ZHOU, KAZUSHI KANODA & TAI-KAI NG (2017): Quantum spin liquid states. – Rev. Mod. Phys. **89**: 025003.
- [9] MUSTONEN, O., S. VASALA, E. SADROLLAHI, K.P. SCHMIDT, C. BAINES, H.C. WALKER, I. TERASAKI, F.J. LITTERST, E. BAGGIO-SAITOVITCH & M. KARPPINEN (2018): Spin-liquid-like state in a spin-1/2 square-lattice antiferromagnet perovskite induced by d^{10} – d^0 cation mixing. – Nature Communications **9**: 1085, Nature Communications, Editor’s Highlights, April 8 (2018).
- [10] VASALA, S., M. AVDEEV, S. DANILKIN, O. CHMAISSEM & M. KARPPINEN (2014): Magnetic structure of Sr_2CuWO_6 . – J. Phys.: Condens. Matter **26**: 496001.
- [11] KOGA, T., N. KURITA, M. AVDEEV, S. DANILKIN, T.J. SATO & H. TANAKA (2016): Magnetic structure of the $S = 1/2$ quasi-two-dimensional square-lattice Heisenberg antiferromagnet $\text{Sr}_2\text{CuTeO}_6$. – Phys. Rev. **B93**: 054426.
- [12] LITTERST, F.J. (2003): Paritätsverletzung und neue Materialien. Jahrbuch der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft 2002, p 69 ff., J. Cramer, Braunschweig.
- [13] <https://muonsources.org>
- [14] MUSTONEN, O., S. VASALA, K.P. SCHMIDT, E. SADROLLAHI, H.C. WALKER, I. TERASAKI, F.J. LITTERST, E. BAGGIO-SAITOVITCH & M. KARPPINEN (2018): Tuning the $S = 1/2$ square-lattice antiferromagnet $\text{Sr}_2\text{Cu}(\text{Te}_{1-x}\text{W}_x)\text{O}_6$ from Néel order to quantum disorder to columnar order. – Phys. Rev. **B98**: 064411.

Phasenfeldmodellierung und -simulation von Bruch- und Ermüdungsphänomenen in komplexen Materialien*

LAURA DE LORENZIS

Institut für Angewandte Mechanik, Technische Universität Braunschweig
Pockelsstraße 3, DE-38106 Braunschweig, E-mail: l.delorenzis@tu-braunschweig.de

Die Vorhersage der Bruch- und Ermüdungsmechanismen von Materialien und Strukturen stellt nach wie vor eine wesentliche Herausforderung in der numerischen Mechanik dar. Als Alternative zu den bestehenden Methoden, welche die diskreten Risse explizit oder verschmiert – durch eine Schädigungsvariable – beschreiben, ist in den letzten Jahren eine neue Methode (die sogenannte Phasenfeldmethode) eingeführt worden, die auf einem regularisierten variationellen Prinzip basiert und die Schädigung des Materials durch ein zusätzliches unbekanntes Feld, das Phasenfeld, beschreibt. Vorteil dieser Methode gegenüber den bestehenden Methoden ist die Möglichkeit, beliebig komplexe Rissgeometrien ohne besonderen Aufwand, auch in dreidimensionalen Strukturen, beschreiben zu können [1].

In diesem Vortrag werden zuerst die grundlegenden Konzepte des Phasenfeldansatzes für die Beschreibung von Bruchphänomenen erläutert. Dabei wird eine kurze Übersicht der laufenden Forschung zum Thema am Institut für Angewandte Mechanik (IAM) der TU Braunschweig vorgestellt. Im Folgenden wird auf drei Fragestellungen näher eingegangen.

Erste Frage: ist es möglich, durch Phasenfeldmodelle eine quantitative Vorhersage des Bruchverhaltens spröder Materialien zu erzielen? Die Frage wird im Vortrag positiv beantwortet. Zunächst werden die Materialparameter des Modells erläutert, welche durch Experimente bestimmt werden müssen. Die Kalibrierung dieser Materialparameter und die unabhängige Validierung des kalibrierten Modells wurden anhand komplexer experimenteller Daten durch eine Zusammenarbeit mit dem LMS - ENS Cachan in Paris durchgeführt. Die Details wurden bereits veröffentlicht [2] und werden im Vortrag zusammengefasst. Die Genauigkeit der „blinden“ Vorhersage des kalibrierten Modells ist erstaunlich hoch, was sowohl globale als auch lokale Größen betrifft.

* Der Vortrag wurde am 13.04.2018 in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Zweite Frage: kann der Phasenfeldansatz zur Bruchmechanik auf die Beschreibung und Vorhersage von Ermüdungsphänomenen erweitert werden? Vor kurzem wurde am IAM ein phasenfeldbasiertes Ermüdungsmodell entwickelt, welches zuerst in einem eindimensionalen Kontext analysiert und danach auf zwei- und dreidimensionale Probleme erweitert wurde [3, 4]. Die wesentlichen Ideen in der Herleitung des Modells werden im Vortrag erörtert. Es wird auch gezeigt, dass der entwickelte Ansatz es erlaubt, bekannte Ergebnisse zu reproduzieren, welche das globale Verhalten mechanischer Probekörper unter zyklischer Belastung charakterisieren, u.a. die sogenannten Wöhler-Kurven und das Gesetz von Paris. Somit ist auch die zweite Frage positiv zu beantworten.

Dritte Frage: ist der erweiterte Phasenfeldansatz geeignet, das Ermüdungsverhalten komplexer Materialien, wie Beton, zu erfassen? Die Antwort auf diese Frage ist Gegenstand aktuell laufender Forschung am IAM im Rahmen des DFG Schwerpunktprogramms 2020. In heterogenen Baustoffen, z.B. Beton, werden Bruchvorgänge wesentlich von der Verteilung der einzelnen Phasen beeinflusst, sowie von ihren Materialparametern, einschließlich den Eigenschaften der Grenzflächen zwischen den Phasen. In Bezug auf die Geometriebeschreibung ist es für Betons in der Literatur üblich, die Gesteinskörnung durch einfache Geometrien, wie Kugeln, zu beschreiben, wobei die Genauigkeit der Ergebnisse fraglich ist. Neuerdings wurden auch komplexere Formen, basierend auf spherical harmonics, verwendet. Eine realistische Beschreibung lässt sich aber am besten durch Computertomographie erzielen und wurde am IAM verfolgt. Insbesondere wurde die Mesostruktur von Beton vereinfacht durch Poren, Gesteinskörnung und Mörtel (-matrix) beschrieben, mittels Computertomographie die Verteilung dieser Phasen an einer konkreten Probe bestimmt und ein Geometriemodell für die Simulationen generiert. Probleme in der sogenannten Segmentierung (d.h. in der Unterscheidung der Phasen) infolge des nicht ausreichenden Kontrastes zwischen Mörtelmatrix und Gesteinskörnung wurden durch einen neuen Ansatz gelöst, siehe [5]. Ferner wurde ein Prüfmodul im Computertomograph installiert und es wurden Zugversuche während der Tomographie durchgeführt. Aktuell werden anhand voxelbasierter numerischer Modelle der experimentell untersuchten Proben Simulationen durchgeführt, um zukünftig eine Validierung des mesoskaligen Betonmodells unter statischer und zyklischer Beanspruchung zu ermöglichen. Die anstehenden Schritte der Forschung und die damit verbundenen Herausforderungen werden im Vortrag diskutiert.

Referenzen

- [1] AMBATI, A., T. GERASIMOV & L. DE LORENZIS (2015): A review on phase-field models of brittle fracture and a new fast hybrid formulation. – Computational Mechanics, **55**(2): 383–405.

- [2] WU, T., A. CARPIUC, M. PONCELET & L. DE LORENZIS (2017): Phase-field simulation of interactive mixed-mode fracture tests on cement mortar with full-field displacement boundary conditions. – *Engineering Fracture Mechanics* **182**: 658–688.
- [3] ALESSI, R., S. VIDOLI & L. DE LORENZIS (2018). A phenomenological approach to fatigue with a variational phase-field model: the one-dimensional case. – *Engineering Fracture Mechanics* **190**: 53–73.
- [4] CARRARA, P., M. AMBATI, R. ALESSI & L. DE LORENZIS (2018): A novel framework to model the fatigue behavior of brittle materials based on a variational phase-field approach.
- [5] CARRARA, P., R. KRUSE, D.P. BENTZ, M. LUNARDELLI, T. LEUSMANN, P.A. VARADY & L. DE LORENZIS (2018): Improved mesoscale segmentation of concrete using contrast enhancers. – *Cement and Concrete Composites* **93**: 30–42.

Der Braunschweiger Wappenbrief von 1438*

HENNING STEINFÜHRER

Stadtarchiv Braunschweig, Schlossplatz 1,

DE-38100 Braunschweig, E-Mail: henning.steinfuehrer@braunschweig.de

Der Wappenbrief von 1438 gehört zu den besonders repräsentativen Urkunden in den Beständen des Stadtarchivs Braunschweig.¹ Das am 15. Oktober 1438 ausgefertigte Wappenprivileg König Albrechts II. ist für die Stadt von besonderer Bedeutung, da das städtische Wappen in der damals vom König bestätigten Form bis in die Gegenwart in Gebrauch ist.² Darüber hinaus ist der Wappenbrief ein Zeugnis für die engen Beziehungen, die zwischen der Stadt Braunschweig und dem Königtum in den ersten Jahrzehnten des 15. Jahrhunderts bestanden. Im Folgenden wird zunächst die Urkunde selbst sowie der historische Kontext ihrer Entstehung beleuchtet. Anschließend soll die Rezeptionsgeschichte des Wappenbriefes im Mittelalter und in der Frühen Neuzeit in den Blick genommen werden.

1. Der Braunschweiger Wappenbrief von 1438

Der Braunschweiger Wappenbrief gehört zu einer Serie von im Oktober und November 1438 ausgestellten Urkunden, deren Ausfertigung einige Besonderheiten aufweist. Während König Albrecht II. (regierend 1438–1439) in Prag weilte, wo sich auch die Reichskanzlei befand, hielt sich der im Grunde die Regierungsgeschäfte im Reich führende Kanzler Kaspar Schlick auf dem am 16. Oktober 1438 in Nürnberg eröffneten Reichstag auf. Hier hatte der Kanzler auch spätestens am 10. Oktober

* Der Vortrag wurde am 09.02.2018 in der Klasse für Geisteswissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

¹ Stadtarchiv Braunschweig: A I 1 : 726. Edition: Urkundenbuch der Stadt Braunschweig, hg. v. Ludwig Hänselmann, Braunschweig 1873, Nr. 85. Das Urkundenbuch ist über die Internetseiten der Universitätsbibliothek Braunschweig online verfügbar: https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/Receive/dbbs_mods_00036868 [Abruf: 30.01.2019].

² Zum Braunschweiger Wappenbrief zuletzt ausführlich: Henning Steinführer, Überlegungen zur Entstehung des Braunschweiger Wappenbriefs von 1438, in: *Illuminierte Urkunden. Beiträge aus Diplomatik, Kunstgeschichte und Digital Humanities/Illuminated Charters. Essays from Diplomatic, Art History and Digital Humanities*, hg. v. Gabriele Bartz und Markus Gneiß, Köln Weimar, Wien 2009 (Archiv für Diplomatik, Schriftgeschichte, Siegel- und Wappenkunde. Beihefte 16), S. 357–379; weiterhin: Manfred R. W. Garzmann, Der Wappenbrief König Albrechts II. für die Stadt Braunschweig vom 15. Oktober 1438, in: *Quaestiones Brunsvicensis. Berichte aus dem Stadtarchiv Braunschweig* 5 (1993), S. 18–26.

das neu angefertigte Majestätssiegel in Empfang genommen. Über die folgenden annähernd zwei Monate besiegelte er mit diesem Stempel ohne direkte Mitwirkung des Herrschers eine größere Anzahl von königlichen Urkunden, darunter auch den Wappenbrief sowie eine Bestätigung der städtischen Privilegien für Braunschweig.

Der inhaltliche Aufbau des Wappenbriefs sowie die mittige Anbringung der Wappenminiatur entsprechen der üblichen Praxis bei deutschsprachigen Wappenbriefen des 15. Jahrhunderts (vgl. Abb. 1). Die Wappenmalerei zeigt in einem roten Rahmen auf blauem, mit gelben Ranken und roten und weißen Blumen belegten Grund in einem Wappenschild einen nach rechts gewendeten steigenden roten Löwen auf silbernem Grund (vgl. Abb. 2). Die Wappenbeschreibung fällt denkbar knapp aus (*einen wissen schilt und darjnn einen erhaben roten lewen mit eynem ufgeworffen tzelgel uber sich vber des lewen rucken gestreckt*). Besonders hervorgehoben wird der bis heute für das Braunschweiger Stadtwappen charakteristische, über den ganzen Rücken des Löwen gestreckte lange Schwanz (*ufgeworffen tzelgel*). Dem Schild mit dem Stadtwappen ist eine den roten Löwen zeigende quadratische Fahne beigegeben, deren Oberkante in einem Schwenkel ausläuft. Diese Fahne (*banyr*) wurde unter anderem vom militärischen Aufgebot der Stadt geführt.

Im Braunschweiger Wappenbrief wird der Stadt ihr schon seit langer Zeit (*vor langen zjten und lenger dann in menschen gedechniß sij*) geführtes Wappen bestätigt.³ Der König bestätigte der Stadt in Würdigung der ihm und dem Reich erwiesenen Dienste das Recht, ihr althergebrachtes Wappen in der dargestellten Form (*soliche vorgemelten wapen und kleynod, als die dann in der mitte diß genwertigen unsers brieffs gemalet und mit farbe eigentlich außgestrichen sin*) im Feld und zu allen anderen Anlässen zu führen (*zu felde und an allen anderen enden zu schimphe, zu ernste und zu herenschildes, jren lehenrechten zu folgen, furen und gebruchen*). Der König verlieh der Stadt also weder ein neues Wappen noch nahm er Besserungen am bestehenden Stadtwappen vor.

Über die Entstehungszusammenhänge der hochwertigen Wappenmalerei, bei der es sich um den Typ der sogenannten einfachen Wappenminiatur handelt, lassen sich anhand der Braunschweiger Urkunde leider lediglich Vermutungen anstellen. Hier könnte nur eine auf Vergleichsmaterial zurückgreifende kunsthistorische Studie Antworten geben. Nach derzeitigem Wissensstand ist die Malerei vermutlich in Prag entstanden.

³ Ein städtisches Wappen mit einem roten Löwen auf silbernem Grund erscheint bereits 1367 in einer auf Veranlassung des Braunschweiger Rates entstandenen Sachsenspiegelhandschrift (Wolfenbüttel, Herzog August Bibliothek, Cod. Guelf. a.d. extrav.). Die hier erstmals belegten Stadtfarben Rot und Silber wurden von den Hansestädten, zu denen Braunschweig gehörte, häufig genutzt. 1374 begegnet der steigende Löwe auf einem Wappenschild außerdem im Siegelbild des städtischen Sekretsiegels. Die Kombination von Löwenwappen und Fahne erscheint schließlich als Abschluss des 1408 auf dem Braunschweiger Altstadtmarkt aufgestellten, reich mit Wappen verzierten Marienbrunnen.



Abb. 1: König Albrecht II., Wappenbrief für die Stadt Braunschweig, 1438 Oktober 15 (Stadtarchiv Braunschweig)



Abb. 2: Wappenbrief für die Stadt Braunschweig, Detail (Stadtarchiv Braunschweig)

2. Zu den Beziehungen der Stadt Braunschweig zum Königtum im späten Mittelalter

Von Königen bzw. Kaisern ausgestellte Wappenbriefe für Kommunen sind seit dem frühen 15. Jahrhundert überliefert. Der älteste, bis jetzt bekannte städtische Wappenbrief königlicher Provenienz wurde 1416 von König Sigismund (regierend 1411–1437) für das mährische Austerlitz ausgestellt. In der Folge wurde diese spezielle Form des herrscherlichen Gnadenerweises zwar häufiger, blieb aber verglichen mit der unüberschaubaren Fülle von Wappenbriefen für adelige und bürgerliche Empfänger selten. Der Braunschweiger Wappenbrief stellt darüber hinaus für den „königsferner“ Norden des Reiches eine Besonderheit dar, da er das älteste bekannte Stück aus dieser Region ist. Ähnliche Urkunden sind erst Jahrzehnte später für Emden durch Maximilian I. (1495) und Hildesheim durch Karl V. (1528) überliefert.

Die Ausstellung des Braunschweiger Wappenbriefs fiel in eine Phase intensiver Kontakte zwischen der Stadt und dem Königtum in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Die Stadtentwicklung Braunschweigs im 12. und 13. Jahrhundert war vor allem durch Herzog Heinrich den Löwen, seinen Sohn Kaiser Otto IV. sowie den ersten Herzog von Braunschweig und Lüneburg, Otto, genannt das Kind, gefördert worden. Im weiteren Verlauf des 13. Jahrhunderts emanzipierte sich die aus fünf Weichbildern (Altstadt, Hagen, Neustadt, Altewiek und Sack) bestehende Stadt jedoch zunehmend von ihren welfischen Stadtherren. In der Huldigungsordnung von 1345 bezeichneten die Braunschweiger ihre Kommune schließlich selbst als freie Stadt (*vriy stad*). Die Huldigung gegenüber den Herzögen sollte erst erfolgen, nachdem diese die städtischen Privilegien anerkannt hatten. Die Nähe zum Königtum hatte seit der Mitte des 13. Jahrhunderts (1252 wurde in Braunschweig die Hochzeit Wilhelms von Holland mit der Tochter Herzog Ottos des Kindes gefeiert) merklich abgenommen. Eine Wiederbelebung dieser Beziehungen setzte zu Beginn des 15. Jahrhunderts unter König Ruprecht (regierend 1400–1410) ein und wurde unter der Regierung Sigismunds intensiviert. Der Luxemburger betrieb im königsfernen Norden eine Art Städtepolitik, mit der auch Kommunen wie Braunschweig oder Lüneburg in Berührung kamen. Diese Phase „temporärer Reichsnähe“ hat Bernd Schneidmüller in folgender Weise charakterisiert: „Als Metropole Ostsachsens sollte Braunschweig damals in das kunstvoll ausgebreitete Netz königlicher Fiskalinteressen eingesponnen werden, und die Okerstadt kam auf der Grundlage faktisch erlangter Autonomie königlichen Wünschen zur Befestigung des eigenen Rangs in der Region ein Stück weit entgegen“⁴. Für den Herrscher kam es in erster Linie darauf an, die eigene Machtbasis zu stärken, sich neue Finanzquellen zu erschließen und politische Optionen zu eröffnen. Der Braunschweiger Rat hatte vor

⁴ Bernd Schneidmüller, Reichsnähe – Königsferne. Goslar, Braunschweig und das Reich im späten Mittelalter, in: Niedersächsisches Jahrbuch für Landesgeschichte 64 (1992), S. 1–52, hier S. 35.

allen Dingen die Absicherung der errungenen Autonomie im Blick. Eine besondere Bedeutung kam dabei der Bestätigung bzw. Neugewährung von städtischen Privilegien durch den Herrscher zu. Im Jahr 1402 erwirkte der Braunschweiger Rat erstmals eine solche Bestätigungsurkunde von König Ruprecht. Von Sigismund erreichte man – neben einer zweifachen Bestätigung sämtlicher Privilegien (1415 und 1434) – auch das *Privilegium de non evocando* (1415), die Bestätigung der bürgerlichen Freiheit nach Jahr und Tag (1417) sowie das Recht, Straßenräuber selbst verfolgen und richten zu dürfen (1436).

Im Gegenzug versuchte Sigismund mehrfach, die Stadt für Zwecke der Reichspolitik einzuspannen. Die Stadt wurde außerdem zu den Reichstagen eingeladen und 1431 in der Reichsmatrikel geführt. An einer Beteiligung bei der Lösung der Reichsprobleme und der Übernahme militärischer und finanzieller Lasten war die Stadt jedoch kaum interessiert, da ein unmittelbarer Nutzen nicht oder jedenfalls kaum zu erkennen war. Auf die entsprechenden Bitten reagierte man daher zurückhaltend. Ob der Braunschweiger Rat, wie von der älteren Braunschweiger Stadtgeschichtsforschung nicht zuletzt im Zusammenhang mit dem Wappenbrief mehrfach vermutet wurde, zu dieser Zeit das Ziel verfolgte, die Rechtsstellung einer Reichsstadt zu erlangen, lässt sich aus den Quellen nicht belegen und darf daher bezweifelt werden.

Die 1430er Jahre waren durch eine rege Gesandtschaftstätigkeit des Braunschweiger Rates an den Königshof gekennzeichnet. Die in den Ratsrechnungen verzeichneten Ausgaben legen die Vermutung nahe, dass der Rat u. a. die Ausfertigung einer besonders prestigeträchtigen kaiserlichen Goldbulle (*gulden bullen*) erstrebte und dafür bereits eine erhebliche Geldsumme investiert hatte. Der Tod des Kaisers machte diese Pläne jedoch zunichte. Vom neuen König erhielt die Stadt dann neben der üblichen Privilegienbestätigung auch noch den Wappenbrief, gewissermaßen als Kompensation für die ausgebliebene Goldbulle.

Das Interesse des Rates an einem Wappenbrief für die Stadt dürfte auch durch den Umstand beeinflusst worden sein, dass mehrere Braunschweiger Bürger in den Jahren zuvor Wappenbriefe für sich und ihre Familien erwirkt hatten, darunter 1436 der Große Bürgermeister der Altstadt – und damit Repräsentant der Gesamtstadt – Albrecht (I.) von Vechelde († 1456).⁵

3. Zur Rezeption des Wappenbriefes

Quellen, die über Rezeption des Wappenbriefs im Kreis der Braunschweiger Ratsherren oder darüber hinaus berichten, haben sich nicht erhalten. Dass das Wissen

⁵ Stadtarchiv Braunschweig, A IV 11: XXIV 24a; Edition: Steinführer, Wappenbrief (wie Anm. 3), S. 374 f.

um den Wappenbrief nicht auf Braunschweiger Ratskreise beschränkt blieb, ist durch eine noch aus dem 15. Jahrhundert stammende Abschrift für den Göttinger Rat belegt. Göttingen und Braunschweig pflegten enge Beziehungen und waren unter anderem durch mehrere Bündnisverträge miteinander verbunden. Aus welchen Gründen sich der Göttinger Rat die Abschrift aus Braunschweig erbeten hatte, ist nicht bekannt.⁶

Der frühneuzeitlichen Braunschweiger Stadtchronistik ist der Wappenbrief ganz selbstverständlich vertraut. So weiß der Bürgermeister Tobias Olffen (1597–1657) in seiner bis 1648 reichenden Braunschweiger Chronik zu berichten: *Anno 1438 confirmirte Keyser Albertus im ersten jahre seiner Regierung das wapen dieser Stadt Braunschweig, welches ist ein aufgerichteter Rother Leuwe in weißem Felde, welchs wapen diese Stadt schon lange zeit geführt*⁷.

Bereits einige Jahrzehnte zuvor war der Wappenbrief zum Zankapfel zwischen der um ihre Unabhängigkeit ringenden Stadt Braunschweig und dem nach der Herrschaft über die Kommune strebenden Herzog Heinrich Julius (regierend 1586–1613) geworden. Die Stadt leitete ihre autonome Stellung – wie berichtet – unter anderem von den zahlreichen Privilegien her, die man aus der Hand von Königen und Kaisern erhalten hatte. Der Rat argumentierte, dass das vom König bestätigte, nicht zuletzt vom kommunalen Aufgebot geführte Stadtwappen sich von dem des Landesfürsten unterscheide und daher geeignet sei, die städtische Unabhängigkeit zu dokumentieren. Diese Herleitung wurde von der herzoglichen Seite als *kindisches Argument* und *Phantasey* zurückgewiesen. Der Wappenbrief König Albrechts sei vielmehr als Beweis für die behauptete Stadtfreiheit ganz und gar ungeeignet. *So ist es auch umb Key(erliche) oder Kunigliche Wapenbrieffe also bewant, daß dadurch niemandts sich seinem Herrn entziehen und zu einem Reichsstande machen kann, sonsten würden auch viel privatpersonen, so von Keys(erlicher) May(estät) etc. derogleichen ja in viel herrlicher Form und mit weiterer Extension Wapen und Kleinoder erlangen, sich dessen anmassen und dadurch im H(eiligen) Rom(ischen) Reich allen Chur-Fürsten und Stenden unseglische viele Unruhe und Ungelegenheit machen*.⁸ Gegenüber den Begehrlichkeiten von Heinrich Julius und seiner unmittelbaren Nachfolger vermochte sich die Stadt zwar noch zu behaupten. Im Jahr 1671 verlor die stolze Stadtrepublik aber schließlich ihre Selbständigkeit an die Welfenherzöge. Für den Wappenbrief interessierte sich bis zum Erwachen des bürgerlichen Geschichtsbewusstseins im 19. Jahrhundert niemand mehr.

⁶ Vgl. Steinführer, Wappenbrief (wie Anm. 2), S. 371.

⁷ Braunschweig, Stadtarchiv, H III 2: 39, fol. 221r.

⁸ Braunschweigische Historische Händel: Außführlicher Warhaffter Historischer Bericht, die Fürstliche Land: und Erbstadt Braunschweig, Auch der Hertzogen zu Braunschweig und Lüneburg Wolfenbüttelschen Theils darüber habende Landesfürstliche Hoch: Obrig: und Gerechtigkeit [...] betreffend: [Heinrich MEIBOM], 3 Bde., Helmstedt 1607–1609, hier Bd. 2, S. 801.

Kunst und blauer Dunst. Zur frühen Ikonografie des Zigarettenrauchens*

CARSTEN-PETER WARNCKE

Georg-August-Universität Göttingen, Kunstgeschichtliches Seminar und Kunstsammlung,
Nikolausberger Weg 15, DE-37073 Göttingen, E-Mail: cwarnck1@gwdg.de

Im Zentrum des Vortrages standen Person und Werk von Anselm Feuerbach, einem der bedeutendsten deutschen Maler des 19. Jahrhunderts. In der Kunstgeschichte gilt der Künstler als Vertreter einer konservativen Kunst, die in extremem Gegensatz zu den avantgardistischen Richtungen seiner Zeit stand.

Ausgehend von seinen Selbstbildnissen sollte diese etablierte Meinung überprüft werden, denn es gibt ein bisher in der Forschung vernachlässigtes Detail, das erhebliche Bedeutung hat. Bei fast allen Selbstporträts stellt sich der erwachsene Feuerbach als Raucher von Zigaretten dar. In der Kunst des 20. Jahrhunderts ist das nicht ungewöhnlich, damals aber war es das. Feuerbach ist sogar der erste deutsche Maler, der diesen Typus anwendet, agiert hier also innovativ. Bei genauer Untersuchung zeigt sich, dass er einen in der Porträtfotografie wenige Jahre zuvor ausgeprägten spezifischen Habitus von Literaten und bildenden Künstlern in die Malerei übernahm.

Dies wiederum war nur Teilbereich einer intensiven Auseinandersetzung mit dem seinerzeit revolutionären Bildmedium Fotografie. Feuerbach war mit dem ausgebildeten Kupferstecher und Fotografen Julius Allgeyer befreundet und nutzte Fotos umfassend nicht allein als Reproduktionsverfahren, sondern auch als Quelle neuer Darstellungsweisen.

Damit gelangen ihm Gemälde, die zwar traditionelle Themen des Bildungsbürgertums aufgreifen, sie aber so inszenieren, dass sie in einer zwar akademischen Malweise jedoch in völlig moderner Art der Komposition die Betrachter ansprechen. Sie sicherte seiner Kunst denn auch ein bis heute ungebrochenes Nachleben und trägt dazu bei, lieb gewordene Vorstellungen von künstlerischer Modernität viel differenzierter zu sehen als üblich.

* Zusammenfassung des Vortrags, der am 13.04.2018 in der Klasse für Geisteswissenschaften der Braunschweigischen Gesellschaft gehalten wurde.

Ägyptische Obelisk in Rom und nördlich der Alpen*

WALTHER LUDWIG

Institut für Griechische und Lateinische Philologie der Universität Hamburg,
Überseering 35, DE-22297 Hamburg, E-Mail: Walther.Ludwig@uni-hamburg.de

Original ägyptische und neu errichtete Obelisk stehen heute in vielen Städten Europas, Amerikas und Afrikas, in Kairo, Rom und Istanbul, Paris und London, Kiew und New York, und auch in Braunschweig. Nur 4–5 m hoch ist der Obelisk auf dem Dorotheenstädtischen Friedhof in Berlin für den Klassischen Philologen August Böckh, 169 m hoch das für George Washington in Washington D. C. von den amerikanischen Freimaurern finanzierte Washington Monument. Der Obelisk ist eine Bauform, die man eigentlich nicht braucht, die aber seit etwa viertausend Jahren als ehrendes Denkmal der verschiedensten Art an die altägyptische Kultur erinnert. Als die römischen Truppen unter Caesar und Augustus Ägypten eroberten, bestaunten sie vor Tempeln Obelisk, die, dem Sonnengott geweiht, die Strahlen der Sonne auf die Erde symbolisierten. Der erste römische Statthalter ließ um 30 v. Chr. einen in seine Residenz nach Alexandria transportieren, Augustus um 10 v. Chr. zwei nach Rom verschiffen und im Circus Maximus sowie auf dem Marsfeld aufstellen. Spätere Kaiser bis zu einem Sohn Konstantins des Großen folgten diesem Beispiel, so daß in der Spätantike in Rom acht ägyptische und fünf neu errichtete Obelisk standen und in Konstantinopel auch drei alte. Der kaiserzeitliche Transport von Obelisk nach Rom ist die Voraussetzung für die spätere weite Ausbreitung der Obelisk in aller Welt.

Im Mittelalter stürzten alle in Rom aufgestellten Obeliske bis auf einen auf den Boden und wurden allmählich von Erde bedeckt. Dieser Zustand dauerte bis ins 16. Jahrhundert. Der einzige damals noch aufrecht stehende Obelisk war der, der südlich des Petersdoms stand. Er war unter Kaiser Caligula 37–40 n. Chr. nach Rom gebracht und in einem Circus auf dem vatikanischen Hügel aufgestellt worden. Er hatte eine bronzene Kugel an der Spitze, die die Sonne repräsentieren sollte, aber von den Römern des Mittelalters für ein Behältnis von Caesars Asche gehalten wurde.

* Der Vortrag wurde am 01.06.2018 vor der Klasse für Geisteswissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

Seit dem 15. Jahrhundert erwachte auch das Interesse an den ägyptischen Obelisksen in Rom wieder. Die antiken Autoren Plinius, Ammianus Marcellinus und Isidor von Sevilla berichteten über sie. Das humanistische Interesse an Ägypten wurde von christlicher Seite gestützt, weil der Protomärtyrer Stephanus in der Apostelgeschichte gesagt hatte, daß Moses in aller Weisheit der Ägypter belehrt wurde, und der im ersten christlichen Jahrhundert lebende Jude Philon von Alexandria erklärt hatte, daß Moses von den Ägyptern Arithmetik, Geometrie, Musiktheorie und die in den Hieroglyphen verborgene Philosophie gelernt habe. Pilger und andere Reisende zu den heiligen Stätten in Palästina schlossen im 16. Jahrhundert gerne einen Besuch von Ägypten an, wo ebenso wie in Konstantinopel auch die Obelisksen wieder auffielen. So wird verständlich, daß man im 15. und 16. Jahrhundert in Rom über die Wiederaufrichtung der Obelisksen nachzudenken begann.

Die erste neuzeitliche Errichtung eines Obelisksen geschah jedoch überraschenderweise nicht in Rom, sondern bei Krakau durch den gebürtigen Vorarlberger Georg Joachim Rheticus.

Dieser hatte in Wittenberg studiert, unterrichtete in Leipzig um 1550 Mathematik und Astronomie und war an ägyptischen Obelisksen leidenschaftlich interessiert. 1551 zog er als Arzt nach Krakau, wo ihm ein deutschstämmiger Kaufmann ein Feld zur Verfügung stellte, um einen etwa 14 m hohen Obelisksen zu bauen, den Rheticus für astronomische Beobachtungen nutzen wollte. Aus Briefen geht hervor, warum ein Obelisk für Rheticus so wichtig war. Er war durch Plinius überzeugt, daß Gott den Ägyptern den Bau der Obelisksen eingegeben hatte, damit sie Gottes himmlische und irdische Geometrie lernten, und hoffte mit Hilfe des Obelisksen in Krakau einen neuen Himmelsatlas vorlegen zu können. Dazu kam es jedoch nicht. Wie lange sein Obelisk bei Krakau Bestand hatte und wo er genau stand, ist heute leider unbekannt.

Bevor in Rom einer der ägyptischen Obeliske wiedererrichtet wurde, wurde jedoch noch ein Obelisk hoch im Norden errichtet. 1583 wurde in der Breitenburg bei Itzehoe in Holstein ein neuer Obelisk aufgestellt durch Heinrich Rantzau, den königlich dänischen Statthalter in den Herzogtümern Schleswig und Holstein. Er hatte auch in Wittenberg studiert und dort vielleicht Rheticus kennengelernt. 1583 erhielt er einen Obelisksen von etwa 13 m Höhe von Herzog Julius von Braunschweig-Lüneburg geschenkt und stellte ihn im Schloßhof seiner Breitenburg auf. Vorbild war der vatikanische Obelisk: seine Spitze trug wie jener eine Kugel. Zerstört wurde er bei der Eroberung der Breitenburg durch Wallenstein im Dreißigjährigen Krieg.

Die Ortsveränderung des vatikanischen Obelisksen von der Südseite des Petersdoms in die Mitte des Petersplatzes war in Rom bereits von Papst Nikolaus V. im 15. Jahrhundert erwogen und dann 1581 am Hof des Papstes Gregor XIII. wiederum diskutiert worden. Nun wurde 1585 mit Sixtus V. ein Mann zum Papst gewählt, der selbst ein großes Interesse an der ägyptischen Kultur und daran hatte, die in Rom befindlichen Obelisksen wieder sichtbar zu machen und zur Geltung zu bringen.

In den fünf Jahren seiner Regierungszeit bewegte er in Rom vier Obelisk. Er wagte es 1586, den vatikanischen Obelisk in die Mitte des Platzes vor St. Peter transportieren zu lassen. Dazu bedurfte es eines großen technischen Aufwands und der Anstrengungen von vielen Männern und Pferdegespannen. Sixtus ließ im Jahr danach den Obelisk hinter S. Maria Maggiore aufrichten, 1588 den lateranischen Obelisk vor der Lateransbasilika und 1589 den Obelisk vor der Kirche S. Maria del Popolo. Er ließ jeweils ein Kreuz auf die Spitze der Obeliske setzen und weihte sie anstelle der Sonne Christus. Die mit einem Exorzismus verbundene christliche Weihung der heidnischen Monumente rechtfertigte ihre Wiedererrichtung. Die uralte ägyptische Kultur und Wissenschaft wurde dadurch sozusagen in die christliche Kirche integriert und ihr dienstbar gemacht. Bücher, Kupferstiche und Medaillen machte diese Unternehmungen in der ganzen christlichen Welt bekannt.

Sie gelangten auch zu Heinrich Rantzau im fernen lutherischen Schleswig-Holstein. Die 1587 erfolgte Aufrichtung des schon 1519 beim Mausoleum des Augustus ausgegrabenen Obelisk durch Sixtus V. hinter der Kirche Santa Maria Maggiore regte Rantzau an, beim holsteinischen Segeberg, wo sich sein Amtssitz als Stellvertreter des dänischen Königs befand, auch einen Obelisk errichten zu lassen. Dies geschah im Februar 1590. Der Obelisk wurde auf einem kleinen Hügel mit einem Unterbau aus Granitquadern erbaut. Seine Höhe betrug etwa 16,5 m, womit er sein römisches Vorbild, das nur 14,2 m hoch war, um etwa 2 m übertraf, bis der Obelisk bei einem Sturm im Jahr 1748 abbrach. Danach hat man die größeren Fragmente noch einmal zusammengesetzt, so daß heute ein etwa 6 m hoher Obeliskstumpf vorhanden ist, der 2015–2017 von der Stadt Bad Segeberg saniert wurde.

Der Obelisk, der sich heute in Bad Segeberg an der Hamburger Straße befindet, wurde 1590 auf einer unbebauten Fläche außerhalb der Stadt Segeberg errichtet und zwar nur ca. 50 Meter entfernt von einem 1588 von Rantzau erbauten Gebäude, das dieser Sacellum und auch Pyramis nannte. Denn es hatte einen pyramidalen Aufbau, der an die ägyptischen Pyramiden erinnern sollte. Der von Rantzau gewählte Begriff Sacellum deutet auf ein kleines Heiligtum. Rantzau weihte es inschriftlich der Heiligen Dreieinigkeit und dem Andenken an seinen langjährigen Dienstherrn, den am 4. April 1588 verstorbenen König Friedrich II. von Dänemark. Rantzau verfügte auch inschriftlich, daß jährlich an den Tagen nach Pfingsten jeweils nach einem Gottesdienst von den Pfarrern und Diakonen der Stadt Segeberg vor diesem Sacellum ein Almosen an hundert Arme des Amtes Segeberg ausgegeben werden sollte. Der Obelisk, der 1590 gleichfalls der Heiligen Dreieinigkeit geweiht und auch dem Andenken an König Friedrich II. gewidmet wurde, steht so nahe bei diesem Heiligtum, wie viele ägyptische und römische Obelisk einzeln oder zu zweit bei einem Tempel stehen und wie speziell auch der von Papst Sixtus aufgerichtete Obelisco Esquilino sich bei der Kirche S. Maria Maggiore befindet. Die bei beiden Bauten Rantzaus übereinstimmende Weihung und Widmung an die Dreieinigkeit und an das Andenken des Königs Friedrich II. machen die religiöse und memoriale Zusammengehörigkeit des Obelisk und des pyramidalen Sacellum deutlich, eben-

so wie die beiden Bauwerke durch die in ihnen verkörperten Erinnerungen an die ägyptischen Bauformen der Pyramide und des Obelisks miteinander verbunden sind.

Papst Sixtus V. selbst soll sich begeistert über diesen Segeberger Obelisk en geäußert haben, als ihm im Frühsommer 1590 eine Abbildung dieses Obelisk en gezeigt worden war, die Georg Braun, der Kölner Dekan des Stifts St. Maria ad Gradus und Autor des berühmten Braun-Hogenbergschen Städtebuchs, ihm geschickt hatte. Dies geht aus einem Brief hervor, den der apostolische Protonotar Dr. iur. utr. Minuccio Minucci am 8. Juli 1590 in der Nähe von Ingolstadt, wo er sich auf der Rückreise von Köln nach Rom gerade aufhielt, diktiert und an Rantzau abgesandt hat. Der lateinische Brief ist in der Korrespondenz Rantzaus überliefert, die sich in der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien in den drei mit dem Titel *Commercium literarium Rantzovii* betitelten handschriftlichen Bänden befindet. Diese Korrespondenz ist im Dreißigjährigen Krieg von Wallenstein nach Eroberung der auch heute noch in Rantzauschem Besitz befindlichen Breitenburg bei Itzehoe im Jahr 1627 zusammen mit Heinrich Rantzaus reicher Bibliothek von etwa 6000 Bänden als Kriegsbeute requiriert und an Kaiser Ferdinand II. gesandt worden. Die Bibliothek landete zum größten Teil in Prag, die Korrespondenz schließlich in Wien. Sie ist als solche durch den 6. Band des Wiener Bibliothekskatalogs von 1873 zwar bekannt, im einzelnen aber noch kaum ausgewertet worden. Minucci schreibt in seinem Brief vom 8. Juli 1590, daß er erfahren habe, daß der Papst, als er eine Abbildung des Segeberger Obelisk en sah, Rantzau pries und bekannte, daß er, der alte Obelisk en aufrichtete, von dem, der durch ein neues und kostspieliges Werk Obelisk en aus den Bergen selbst herausschlagen ließ, leicht übertroffen werde. „Mir aber“, so schreibt Minucci wörtlich, „tut es leid, daß ich nicht wie sonst dabei war, um andere erlauchte Leistungen Eurer Herrlichkeit bei seiner Heiligkeit laut zu preisen. Ich hätte die Pyramide, die Brücke, die Bibliothek, die Burgen und das viele Andere geschildert, das seinen durch die Ähnlichkeit dieser Bemühungen angelockten Geist noch mehr gefesselt hätte.“ Minucci kommt noch in anderen, bisher unbeachteten Briefen auf die positive Reaktion des Papstes auf den Segeberger Obelisk en zurück.

Der humanistische Lutheraner Rantzau und der humanistische päpstliche Protonotar Minucci standen in einem Briefwechsel, dessen freundschaftlicher Ton wenige Jahrzehnte vor dem Dreißigjährigen Krieg überrascht. Die große Anerkennung der Tätigkeit Rantzaus durch den Papst selbst, der früher auch als Glaubensinquisitor tätig gewesen war, ist ebenso überraschend. Ihre gemeinsame humanistische Leidenschaft für Obelisk en überbrückte anscheinend die konfessionellen Differenzen.

Sixtus V. in Rom und Rantzau in Holstein fanden allerdings ebenso wie Rheticus in Krakau als Obelisk enbauer lange keine Nachfolger, obwohl die Obelisk en in Rom nun zum Besichtigungsprogramm der Romreisenden gehörten und Abbildungen von Obelisk en nun in der graphischen Kunst Europas auftauchten. Erst die Aufrichtung weiterer ägyptischer Obelisk en in Rom durch die Päpste Innozenz X.

und Alexander VII. in den Jahren 1649 und 1667 und ihre neuartige wissenschaftliche Behandlung durch die darüber gedruckten Bücher des berühmten römischen Jesuiten Athanasius Kircher erhöhten nochmals die Aktualität der Obeliskens und das Interesse an ihnen. Obeliskens wurden im 18. Jahrhundert in vermehrter Zahl errichtet, aber erst der Feldzug Napoleons in Ägypten löste dann die „Egyptomania“ des 19. Jahrhunderts aus, die zum Aufbau zahlreicher neuer Obeliskens ebenso wie zur korrekten Entzifferung und Lesung der Hieroglyphen führte. Der Fürst Alessandro Torlonia z. B. ließ 1842 in Anwesenheit von Papst Gregor XVI. und König Ludwig I. von Bayern vor seiner Villa in Rom, begleitet von Feuerwerk und Musik, zwei neue, jeweils 10 m hohe, granitene Obeliskens mit neuen hieroglyphischen Inschriften zum Andenken an seine Eltern errichten. Ein Gipfel der Ägyptomanie wurde 1884 mit dem Washington Monument erreicht. In der Villa Torlonia aber residierte später Mussolini, der – im Gedanken an Augustus und vielleicht angeregt durch die zwei dortigen Obeliskens – 1937 den äthiopischen Obeliskens von Axum nach Rom entführen ließ. Mussolini hatte bereits 1932 einen neuen Obeliskens in einer römischen Sportanlage aufstellen lassen (wie Augustus einen ägyptischen Obeliskens im Circus Maximus aufgestellt hatte). Der äthiopische Obelisk wurde 2005 vom italienischen Staat dem äthiopischen Staat restituiert und steht seit 2008 wieder in Axum.

FEIERLICHE JAHRESVERSAMMLUNG KOLLOQUIUM

Einführung in das Themenfeld „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“^{**}

GUNTHER KÜHNE^{**}

Institut für deutsches und internationales Berg- und Energierecht der Technischen
Universität Clausthal, Arnold-Sommerfeld-Str. 6, DE-38678 Clausthal-Zellerfeld

1. Anlaß des Kolloquiums im Jahre 2018

In diesem Jahr verleiht die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft (BWG) die Carl Friedrich Gauss-Medaille zum zweiten Mal in ihrer Geschichte an einen Gelehrten aus dem Bereich der Rechtswissenschaft. Nach der im Jahre 2000 erfolgten Auszeichnung des inzwischen emeritierten Direktors des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Privatrecht, Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Klaus Hopt,¹ fällt die Ehrung im Jahre 2018 an Sie, hochverehrter Herr Prof. Dr. Dres. h.c. Paul Kirchhof, und damit an einen Lehrer des Staatsrechts und des öffentlichen Rechts. Nach den Regularien der BWG wird der Tag der öffentlichen Ehrung durch ein halbtägiges Kolloquium eingeleitet, welches ein Thema aus dem Umfeld des Arbeitsgebiets des Preisträgers wissenschaftlich erhellen und der Öffentlichkeit nahebringen soll. Für das diesjährige Kolloquium haben wir im Benehmen mit Ihnen, sehr verehrter Herr Kirchhof, das Generalthema „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“ ausgewählt. Es atmet denselben Geist ethischer Grundsätzlichkeit, der das gesamte Lebenswerk unseres Laureaten durchzieht, auf das im Einzelnen einzugehen der Laudatio durch Herrn Kollegen *Luchterhandt* am heutigen Nachmittag vorbehalten ist.

* Generalthema des Carl-Friedrich-Gauss-Kolloquiums anläßlich der Verleihung der Carl Friedrich Gauss-Medaille an Prof. Dr. Dres. h.c. Paul Kirchhof im Rahmen der Feierlichen Jahresversammlung am 15. Juni 2018.

** Prof. Dr. jur., LL.M. (Columbia); Honorarprofessor an der Georg-August-Universität Göttingen. Der Text enthält die überarbeitete und durch Fußnoten ergänzte Fassung des Einführungsvortrages.

¹ Siehe die Ansprachen und Vorträge anläßlich der Verleihung einschließlich der Laudatio (*Kühne*) in: Jahrbuch der BWG 2000, 2001, S. 149 ff.

2. Mögliche Themenverständnisse

Die bloße Nebeneinanderstellung der Begriffe „Gesetzmäßigkeiten der Natur“ und „Quellen des positiven Rechts“ in der Formulierung des Generalthemas läßt mehrere Deutungen über deren Verhältnis zueinander zu.

Auf den ersten Blick liegt eine Dualität von Sollen, d.h. den menschlichen Handeln steuernden Rechtsnormen, und Sein, dem auch die Naturgesetzmäßigkeiten zugehören, nahe. Dem positiven, also von einem staatlichen Gesetzgeber gesetzten Sollens-Recht, stehen die Gesetzmäßigkeiten der Natur, also die der Sollens-Ebene vorgegebenen Seins-Gesetze gegenüber, welche das Walten unserer realen Welt beherrschen. Wenn auch die Naturgesetze als solche dem Menschen vorgegeben und damit keinem menschlichen Sollensbefehl unterworfen sind, so kann der Mensch doch schöpferisch mit ihnen umgehen. Dieses Verhältnis von Vorgegebenheit und schöpferischem Umgang durch den Menschen kennzeichnet die Beziehung der Naturwissenschaften und ihrer Gesetzmäßigkeiten zu den für die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft besonders bedeutsamen Ingenieurwissenschaften. Hier geht es um den Einsatz der Naturgesetze zur Lösung technischer Probleme innerhalb der Seins-Welt. Auf der sich an den Menschen richtenden rechtlichen Ebene, also der Sollens-Ebene, gewinnt die Gegenstandsbeziehung zwischen Naturgesetzmäßigkeit und Rechtsordnung insbesondere für den Bereich des Umwelt- und Technikrechts große Bedeutung. Hier geht es um die an technische Systeme zu stellenden Sollens-Anforderungen. Sie dienen ganz wesentlich dem Schutz hochrangiger Rechtsgüter (menschliches Leben, Gesundheit, Natur).

Man kann den Zusammenhang zwischen Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts allerdings auch als Dualismus allein auf der Sollens-Ebene verstehen: als Stufenverhältnis zwischen positivem Recht und einem diesem übergeordneten Rechtskomplex: Dann haben wir es mit dem zu tun, was man gemeinhin als Naturrecht bezeichnet: Eine auf die Natur des Menschen selbst und seine Wesenseigenschaften bezogene Rechtsebene. Man kann als Quelle eines solchen Rechtskörpers eine göttliche Offenbarung oder auch eine Emanation objektiver Vernunft ansehen. Ein besonders deutliches und geradezu bildhaftes Beispiel für die erste Variante ist die Mosaische Gesetzesoffenbarung der Zehn Gebote am Berge Sinai,² während die in die Antike hineinreichenden, neuzeitlichen Naturrechtslehren überwiegend die objektive Vernunft als Quelle des Naturrechts verstehen.³ Ein Blick in die den Teilnehmern vorliegenden Gliederungs- und Thesenübersichten zeigt,

² Exodus 20, 2–17; Deut. 5, 6–21.

³ Besondere Bedeutung kommt dabei dem sich im 17. und 18. Jahrhundert Bahn brechenden Gedanken der Gleichheit aller Menschen zu, vgl. *Wesel*, Geschichte des Rechts in Europa, 2010, Rdnr. 126 (S. 394).

daß die heutige Themenstellung in erheblichem Maße auch i.S. der Problematik des Verhältnisses des positiven Rechts zu unverrückbaren ethischen Grundnormen verstanden wird.

3. Naturrecht als traditioneller Standort einer übergeordneten Rechtskategorie

Damit bilden Naturrecht und Menschenwürde als dessen innerster Kern einen wichtigen Teil der heutigen Veranstaltung. Dies kann als Zeichen gewertet werden, daß wir einer solchen Besinnung auf dem positiven Recht vorgegebene Normen bedürfen. Mir persönlich scheint dies der Fall zu sein. Dieses Bedürfnis schwankt in seiner Intensität mit dem Charakter der historischen Zeitläufte. Die Neigung, dem grundsätzlich dem Willen des staatlichen Gesetzgebers anheimgegebenen positiven Recht eine diesem Willen entzogene unabänderliche Rechtsquelle vorzugeben, zeigt sich insbesondere in Zeiten der Erschütterung historisch-kultureller Sinn- und Heilsgewißheiten. Solche Faktoren waren etwa bei dem Aufblühen der Naturrechtslehren im Übergang vom christlich geprägten Mittelalter zur aufklärungsinspirierten Neuzeit (Stichwort: vom Glauben zum Wissen)⁴ oder der intensiven Naturrechtsdiskussion nach der Menschheitskatastrophe der 40er Jahre (2. Weltkrieg und Holocaust) mit der im Jahre 1946 von *Gustav Radbruch* geprägten sog. Radbruchschen Formel von der Unbeachtlichkeit unerträglich ungerechten positiven Rechts am Werke.⁵

In der Tat hat es den Anschein, als befinden wir uns gegenwärtig – rund 70–100 Jahre nach den Katastrophen des 20. Jahrhunderts – in einer Phase der Infragestellung und zum Teil auch schon Erosion unserer innerstaatlichen wie auch europäischen trans- und internationalen Gesellschafts- und Staatenordnung sowie des Völkerrechts. Im Zentrum dieser Besorgnisse stehen dabei die Veränderungen in der Einstellung weiter Kreise einschließlich der politischen Klasse zum Recht und zum Rechtsstaatsgedanken. Es erscheint daher durchaus angemessen und zeitgemäß, sich Gedanken darüber zu machen, inwieweit es gelingen kann, den staatlichen Gesetzgeber an grundlegende, dem positiven Recht vorgeordnete Normen zu binden. Dabei spielt offenbar das Naturrecht eine geringere Rolle als in früheren Zeiten, etwa nach dem 2. Weltkrieg. Dies dürfte damit zusammenhängen, daß der moderne säkulare Verfassungsgesetzgeber Wege gefunden hat, dem Gesetzgeber Begrenzungen hinsichtlich des Eingriffs in solche grundlegenden übergeordneten und besonderen ethischen Gehalt aufweisenden Normen aufzuerlegen.

⁴ Wesel (Fn. 3), Rdnr. 100 (S. 300).

⁵ In seinem Aufsatz „Gesetzliches Unrecht und übergesetzliches Recht“, in: *Süddeutsche Juristenzeitung* 1946, S. 105 ff.

4. Moderne Formen der Bindung des Gesetzgebers an übergeordnete ethische und verfassungspolitische Grundnormen

Das deutsche Grundgesetz ist bei den Vorkehrungen zur Bindung des Gesetzgebers an grundlegende übergeordnete Normen und Werte – historisch erklärlich – besonders weit vorangeschritten. Eine erste Stufe der Begrenzung stellen dabei die qualifizierten Mehrheitsanforderungen an Verfassungsänderungen insgesamt dar. Diese Anforderungen erfassen damit nicht nur die besonderen ethischen Gehalt verkörpernden Grundrechtsartikel 1–19, sondern auch die in den Art. 20–146 enthaltenen Staatsorganisationsnormen. Verfassungsänderungen erfordern einen Gesetzesbeschluß mit den Stimmen von zwei Dritteln der Mitglieder des Deutschen Bundestages und von zwei Dritteln der Stimmen des Bundesrates. Der Gesetzgeber des Grundgesetzes ist jedoch im Jahre 1949 mit der sog. Ewigkeitsklausel des Art. 79 Abs. 3 noch darüber hinausgegangen. Nach dieser Bestimmung ist eine Änderung des Grundgesetzes, durch welche die Gliederung des Bundes in Länder, die grundsätzliche Mitwirkung der Länder bei der Gesetzgebung oder – in unserem heutigen Zusammenhang entscheidend – die in den Artikeln 1 und 20 niedergelegten Grundsätze berührt werden, unzulässig. In Art. 20 Abs. 3 werden die staatsrechtlichen Wesensmerkmale der Bundesrepublik festgelegt: Republik, Demokratie, Bundesstaat, Rechtsstaat und Sozialstaat. In Art. 1 wird die Menschenwürde garantiert. Diese Werte und Prinzipien stellen damit dem Gesetzgeber vorgegebene und unberührbare Normen dar. Funktionell handelt es sich dabei um etwas, was der Rolle des Naturrechts entspricht. Die Menschenwürde, die am heutigen Vormittag noch Gegenstand eines eigenen Vortrags sein wird, stellt in diesem System die ethische Grundverankerung dar, aus der sich dann im wesentlichen auch die in den Art. 2–19 GG enthaltenen Grundrechte ableiten lassen. Diesem Ableitungszusammenhang kann auch durchaus sehr praktische Bedeutung zukommen, wie sich am Beispiel *Israels* zeigen läßt. Aus komplexen innenpolitischen Gründen kennt Israel keinen umfassenden Grundrechtskatalog, wohl aber wenige sog. basic laws, in denen die Menschenwürde und einige Grundrechte wie z.B. die Berufsfreiheit, garantiert werden.⁶ In den 90er Jahren bis kurz nach der Jahrhundertwende hat der Oberste Israelische Gerichtshof unter der Führung seines schon legendären und die Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts genau beobachtenden Präsidenten *Aharon Barak* gegen den Widerstand orthodox-religiöser Kreise den Grundrechtsschutz teilweise durch Ableitungen unmittelbar aus der Menschenwürde erweitert und so den Mangel eines fehlenden Grundrechtskataloges partiell ausgeglichen.⁷

⁶ Zum Menschenrechtsschutz in Israel vgl. jetzt *Shetreet/Homolka*, Jewish and Israeli Law – An Introduction, 2017, S. 131 ff.; 139 ff.

⁷ Das Oberste Gericht hat auf diesem Wege den Grundrechtsschutz bis in das Privatrecht ausgedehnt, vgl. den Fall *Chevra Kadisha Burial Society „Jerusalem Congregation“ v. Kestenbaum*, 46 (2) P.D.464, 520 (1992), bei dem es um die – vom Gericht bejahte – Zulässigkeit der Beifügung des Namens des Verstorbenen auf einem Grabstein in lateinischer zusätzlich zur hebräischen Schreibweise ging.

Diese Rechtsprechungslinie wird allerdings von den gegenwärtig in Israel herrschenden politischen Kreisen als unangebrachter „judicial activism“ angegriffen.

Auch auf europäischer Ebene, auf der es keine Entsprechung zu der Ewigkeitsklausel des Art. 79 Abs. 3 GG gibt, wird die Diskussion darüber, ob es für die grundsätzlich in Art. 48 des Vertrages über die Europäische Union (EU-Vertrag) vorgesehene Änderbarkeit des europäischen Primärrechts gewisse Grenzen gibt, geführt. Diese Diskussion verläuft allerdings sehr zurückhaltend. In der fachwissenschaftlichen Behandlung dieses Themas wird die Existenz solcher Grenzen und damit die Änderungsfestigkeit gewisser Grundverbürgungen des primären EU-Rechts teilweise bejaht.⁸ So gehören zu den Grundwerten der EU nach Art. 2 EUV etwa die Menschenwürde und die Rechtsstaatlichkeit. Eine natürlich zeitlich auf die Existenz der EU und ihrer vertraglichen Grundlage begrenzte „Ewigkeitsklausel“ nach Art. 79 Abs. 3 GG wäre jenseits aller Erwägungen praktischer Wirksamkeit in der gegenwärtigen politischen Situation in Europa möglicherweise zumindest ein hilfreiches Symbol.

⁸ So z.B. bei *Sichert*, Grenzen der Revision des Primärrechts in der Europäischen Union, 2005, S. 743 ff., 748 ff. (Rechtsstaatlichkeit); dagegen z.B. *Franzius* in Pechstein/Nowak/Häde (Hrsg.), Frankfurter Kommentar zu EUV, GRC und AEUV, 2017, Rn. 70 ff. zu Art. 48 EUV m.w.Nachw.

Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts*

CHRISTIAN STARCK

Georg-August-Universität Göttingen, Schlegelweg 10, DE-37075 Göttingen
E-Mail: cstarck@gwdg.de

1. Begriffliche Vorbemerkung

Als *positives Recht* bezeichnet man in der Rechtswissenschaft und in der Rechtspraxis Verfassungen, Gesetze, Staatsverträge, Rechtsverordnungen, Satzungen und Gewohnheitsrecht. Die genannten Rechtsquellen, die in einer hierarchischen Ordnung zueinander stehen, enthalten verbindliches positives (= gesetztes, ponere, positus) Recht. – *Gesetzmäßigkeiten der Natur* sind dem Menschen und seiner Existenz konstant und unveränderlich vorgegeben.¹ Genauer betrachtet sind Naturgesetze strikte, unveränderliche Regelmäßigkeiten, solange sie nicht falsifiziert worden sind.² Sie sind in diesem Sinne keine formellen Rechtsquellen.

Mit den Gesetzmäßigkeiten der Natur, um die es hier geht, ist nicht das Naturrecht zu vermischen. Ihm liegt ein teleologischer und moralischer Naturbegriff zugrunde, der nicht empirisch-deskriptiv ist, sondern normativ. Solch eine moralische Naturrechtsordnung hat in der europäischen Rechtsgeschichte eine große Rolle gespielt und die einzelnen Rechtsordnungen einander verbindend geprägt. Die Naturrechtslehre, die der griechischen Philosophie entstammt, zunächst der Ideenlehre Platons, die Aristoteles mit der Wirklichkeit versöhnt hat und das *physei dikaion* – das von Natur Gerechte – herausgearbeitet hat.³ Die Naturrechtslehre ist im Mittelalter und in der Neuzeit weiter entwickelt worden und hat die Grundlagen unseres Rechts staatsübergreifend stark geprägt, welche sind die Gewaltenteilung und die Menschenrechte,⁴ die beide dem Autonomiegedanken entstammen, die Staatsgewalt mäßigen und die individuelle Freiheit sichern.

* Der Vortrag wurde am 15.06.2018 beim Carl-Friedrich-Gauß Kolloquium „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“ anlässlich der Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

¹ Heinrich Henkel, Einführung in die Rechtsphilosophie, 2. Aufl. 1977, S. 378.

² Karl Popper, Die offene Gesellschaft und ihre Feinde, Bd. I, 7. Aufl. 1992, S. 70.

³ Christian Starck, Nomos und Physis (1987), in: ders., Der demokratische Verfassungsstaat, 1995, S. 329, 338 f.

⁴ Christian Starck, Woher kommt das Recht?, 2015, S. 119 ff., ders., Errungenschaften der Rechtskultur. Menschenrechte und Gewaltenteilung, 2011, S. 19 ff., 23 ff.

Wenden wir uns jetzt dem Thema „Gesetzmäßigkeiten der Natur“ zu und lassen wir die Naturrechtslehre aus dem Spiel. Wenn man die Gesetzmäßigkeiten der Natur in Bezug zu den Quellen des positiven Rechts setzt, so sind damit nicht die fertigen Rechtssätze gemeint, die unter die genannten formellen Rechtsquellen fallen. Paul Kirchhof hat in seinem Aufsatz „Rechtsquellen und Grundgesetz“⁵ von *Rechtserzeugungsquellen* gesprochen, die Ursachen bezeichnen, die Recht zum Entstehen bringen können. Das sind Religion, ethische und moralische Vorstellungen, klimatische Verhältnisse, Produktions- und Handelsmöglichkeiten und so eben auch, und zwar in entscheidender Weise Gesetzmäßigkeiten der Natur. Solche Rechtserzeugungsquellen sind nicht stets zwingend; denn das Recht lässt sich nicht aus ihnen einfach ableiten. Aus dem beobachteten Sein folgt kein bestimmtes Sollen. Man spricht von Vorgegebenheiten, die die rechtschaffende Instanz berücksichtigen kann oder soll und verarbeiten muss.

2. Gesetzmäßigkeit der Natur und positives Recht

Gesetzmäßigkeit der Natur, die den Menschen und somit das Recht berühren, beobachten wir im Sonnensystem (1), auf der Erde einschl. Lufthülle, Gesteine, Pflanzen, Tiere (2) und beim Menschen (3).

2.1. Naturgesetze des Sonnensystems

Stellung und Bewegung der Gestirne, insbesondere der Erdkugel mit einer Neigung der Erdachse von 23,5 Grad, bewirken hell und dunkel (= Tag und Nacht), den Ablauf der Jahreszeiten, die Sonnenwenden am 21.12. und am 21.6. und die wechselnde Dauer der täglichen Helligkeit. Der Mond beeinflusst die Gezeiten an den Meeresküsten und noch manches andere. Diese für das Leben auf Erden relevanten Gesetzmäßigkeiten kann der Mensch nicht beeinflussen. Er kann sie nur erkennen und ihre Auswirkungen auf den Erdball und das dort stattfindende Leben verstehen lernen. Die Naturgesetze des Sonnensystems haben mit normativen Gesetzen nichts zu tun. Vielmehr sind sie Grundlagen von Fakten, sog. Vorgegebenheiten, die das (menschliche) Leben auf Erden bestimmen und bei der Schaffung positiven Rechts berücksichtigt werden müssen.

Alle normativen Zeit- und Terminbestimmungen, Arbeits- und Öffnungszeiten, Fahrpläne und Arbeitspläne, die jeweiligen Arbeiten nach Jahreszeiten in der Landwirtschaft stehen in Abhängigkeit von den Gesetzmäßigkeiten des Sonnensystems und sind teils durch positives Recht festgelegt.

⁵ in: Starck (Hrsg.), Bundesverfassungsgericht und Grundgesetz, B. II, 1976, S. 50, 53 f.

2.2. Naturgesetze der Erde

Die Erde ist von den Gesetzmäßigkeiten des Sonnensystems abhängig und steht zusammen mit der sie umgebenden Lufthülle – Troposphäre bis 12 km, Stratosphäre bis 50 km und Mesosphäre bis 80 km – unter eigenen Naturgesetzen, zu denen auch die Schwerkraft gehört. Auf der Erde lebende Pflanzen und Tiere sind außer von den Gesetzen des Sonnensystems auch von den irdischen Naturgesetzen abhängig. Fruchtbarkeit des Bodens, Wasser, Sicherheit einer Nahrungskette. Darauf muss ich hier nicht näher eingehen.

Wichtiger scheint mir zu sein, dass auf der Grundlage der Naturgesetze sich Phänomene gebildet haben, die das Leben auf Erden überhaupt erst ermöglichen. Beispiele sind die Klimaregulierung und die Ozonschicht. Diese entstand in einem sehr frühen Stadium der Erde. Dafür war Leben erforderlich. Cyanobakterien produzierten den Sauerstoff, der Voraussetzung für das heutige Leben ist. Aus einer Verbindung von Sauerstoffatomen und Sauerstoffmolekülen⁶ entsteht Ozon. Das geht so vor sich: In der Atmosphäre trifft ultraviolette Strahlung der Sonne auf den molekularen Sauerstoff, der sich spaltet. Die dabei entstehenden Sauerstoffatome verbinden sich schnell mit Sauerstoffmolekülen, wodurch Ozon entsteht. Dieses kann durch ultraviolettes Sonnenlicht wieder zu Sauerstoffatomen und Sauerstoffmolekülen gespalten werden, wobei die UV-Strahlung letztendlich in Wärme umgewandelt wird. Der Ozonkreislauf, der ein Gleichgewicht von Ozon und Sauerstoff aufrecht erhält, schützt damit die auf der Erde lebenden Organismen vor den UV-Strahlen der Sonne.

Dieses Gleichgewicht wird gestört, wenn bestimmte Chemikalien in die Stratosphäre gelangen und dort das Ozon zerstören, wie es z.B. FCKW aus Spraydosen tut. Die Ozon schädigenden Substanzen wirken lange. Durch Verminderung der Ozonschicht wird mehr UV-Strahlung durchgelassen und wirkt zerstörend auf Mensch und Natur.

Das positive Recht versucht mit Verboten, die Ozonschicht zu schützen. Wegen der weltweiten Wirkung ist hier besonders das Völkerrecht gefragt. Das Wiener Übereinkommen zum Schutze der Ozonschicht vom 22. 3. 1985⁷ definiert die Ozonschicht als „die Schicht atmosphärischen Ozons oberhalb der planetarischen Grenzschicht“ (Art. 1 Nr. 1) und legt den Vertragsparteien Verpflichtungen auf, u. a. den Zustand der Ozonschicht zu beobachten, mit anderen Staaten und internationalen Stellen zusammenzuarbeiten und schädliche Auswirkungen auf die Ozonschicht in ihrem Hoheitsgebiet zu verhindern, mindestens zu verringern (Art. 2).

⁶ Moleküle sind elektronisch neutrale Teilchen, die aus mindestens zwei Atomen (atomos= unteilbar) bestehen. Ein Molekül Sauerstoff besteht aus zwei mit einander verbundenen Sauerstoffatomen, die durch unpolare Atombindungen mit einander verknüpft sind.

⁷ BGBl. 1988 II, S. 902

Die Wälder, insbesondere die tropischen Regenwälder (ca. 10 Breitengrade nördlich und südlich des Äquators), speichern Kohlendioxyd, also CO_2 in erheblichem Ausmaße und regulieren damit den durch CO_2 und andere Gase verursachten Treibhauseffekt der Atmosphäre und damit des Klimas. Diese Funktion wird gestört, wenn der Wald gerodet wird und nicht mehr als CO_2 -Speicher wirken kann. - Schutzmaßnahmen durch nationales und internationales positives Recht werden gefordert. Soweit ersichtlich, gibt es noch keine völkerrechtlichen Abkommen zum Schutz der Regenwälder.

2.3. Naturgesetze, die den Menschen bestimmen

a) Zeugung, Kindheit

Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts war unbekannt, dass zur Zeugung eines Menschen zwei Geschlechtszellen erforderlich sind, die weibliche Eizelle und die männliche Samenzelle. Man ging, wie in der jüdischen und christlichen Theologie der damaligen Zeit zum Ausdruck kommt, davon aus, dass der Mensch 40 Tage nach der Empfängnis entsteht und beseelt wird. Diese Vorstellung beruhte auf der Unkenntnis der Existenz der weiblichen Eizelle und der damit zusammenhängenden Annahme, dass der männliche Samen im weiblichen Körper eine Art Acker findet, in den er gesenkt wird und als Saat später aufgeht. Aus dieser Vorstellung erklärt sich auch die traditionelle Verwendung des aus der Botanik stammenden Wortes Samen (lateinisch *semen*, griechisch *sperma*). Danach hat das Kind zur Mutter nur eine biologische, keine genetische Beziehung. Erst nach der Entdeckung der weiblichen Eizelle durch den baltischen Naturforscher Karl Ernst Ritter von Baer im Jahre 1827⁸ konnte erkannt werden, dass die Zellkernfusion der Beginn des menschlichen Lebens ist und somit die Frau über ihren biologischen Anteil hinaus wie der Mann einen genetischen Anteil am Kind hat. Das ist eine für die Stellung der Frau in der Generationenfolge, der Familie und der Gesellschaft ebenso wichtige Erkenntnis wie für die Entstehung des individuellen Lebens. Diese Erkenntnis ist erst knapp 200 Jahre alt.

Die Verbindung von männlicher Samenzelle und weiblicher Eizelle bringt also einen Embryo zum Entstehen, der nach alsbaldiger Einnistung im Uterus der Frau ohne wesentliche Einschnitte sich entwickelt und als Kind geboren wird.

Die körperliche und geistige Entwicklung des Kindes bedarf lange Zeit der Unterstützung der Eltern oder, falls diese ausfallen, anderer Menschen. Von der

⁸ Karl Ernst v. Baer, *De ovi mammalium et hominis genesi*, St. Petersburg 1827; Erich Blechschmidt, *Wie beginnt das menschliche Leben? Vom Ei zum Embryo*, Stein am Rhein 1989; Thomas Schmuck, *Baltische Genesis. Die Grundlegung der Embryologie im 19. Jahrhundert*, Aachen 2009.

vollständigen Hilflosigkeit des milchsaugenden Säuglings über Laufen lernen und Sprechen lernen bis zum Ende der Adoleszenz sind die notwendigen Hilfsmaßnahmen der Eltern und sonstige Erzieher naturgesetzlich abgestuft dem jeweiligen Entwicklungsstand angepasst.

Betrachtet man die den Menschen bestimmenden Naturgesetzlichkeiten in ihrer Ausprägung im positiven Recht, so zeigt sich, dass die Rechtsfähigkeit des Menschen mit der Vollendung der Geburt beginnt (§ 1 BGB), die Erbfähigkeit jedoch schon mit der Zeugung (§ 1923 Abs. 2 BGB). Diese Regelung zeigt, dass der Mensch mit der Zeugung entsteht und schon als Ungeborener Rechte haben kann.⁹ Wenn schon ein Erbrecht besteht, dann erst recht ein Recht auf Leben (§ 218 StGB allerdings mit in vieler Hinsicht problematischen Ausnahmen § 218a StGB).

Für den Zeitraum zwischen der Geburt und dem Eintritt der Volljährigkeit mit 18 Jahren bestimmt § 11 BGB, dass das Kind den Wohnsitz der Eltern teilt – notwendige Ausnahmen sind vorgesehen. Ferner sind die Eltern verpflichtet, für das minderjährige Kind zu sorgen (§ 1626 Abs. 1 BGB). Wörtlich heißt es im Gesetz der natürlichen Entwicklung des Kindes entsprechend: „Bei der Pflege und Erziehung berücksichtigen die Eltern die wachsende Fähigkeit und das wachsende Bedürfnis des Kindes zu selbständigem verantwortungsbewusstem Handeln. Sie besprechen mit dem Kind, soweit es nach dessen Entwicklungsstand angezeigt ist, Fragen der elterlichen Sorge und streben Einvernehmen an“ (§ 1626 Abs. 2 BGB). Außerdem gelten je nach dem Familienstand der Eltern besondere Regelungen. Für die religiöse Kindererziehung ist das Mündigkeitsalter herabgesetzt auf 14 Jahre, eine Konversion kann das Kind bereits mit 12 Jahren ablehnen.¹⁰

Diese und entsprechende Regelungen in ausländischen Rechtsordnungen versuchen die naturgesetzliche Entwicklung des Kindes auf der Grundlage der natürlichen Verbindung zu seinen Eltern flexibel zu regeln. Dazu heißt es im deutschen Grundgesetz: „Pflege und Erziehung der Kinder sind das natürliche Recht der Eltern und die zuvörderst ihnen obliegende Pflicht“ (Art. 6 Abs. 2 Satz 1 GG).

Die natürliche Verbindung der Kinder zu ihren Eltern kommt auch im Falle ihres Todes im Erbrecht zum Ausdruck. Danach sind die Kinder zu gleichen Teilen gesetzliche Erben erster Ordnung (§ 1924 BGB), wenn der Ehegatte des Erblassers noch lebt (§ 1931 Abs. 1 BGB), zu drei Vierteln der Erbmasse. Ist ein Kind des Erblassers durch Testament von der gesetzlichen Erbfolge ausgeschlossen, so kann es wiederum der natürlichen Abstammung zur Folge von den Erben den Pflichtteil verlangen, der in der Hälfte des Wertes des gesetzlichen Erbteils besteht (§ 2303 Abs. 1 BGB).

⁹ Weitere Normen zugunsten des Embryo sind: §§ 844, 1912, 1918 Abs. 2, 1963, 2043, 2141 BGB

¹⁰ Gesetz über die religiöse Kindererziehung vom 15.7.1921 (BGBl. III 404-9).

b) Das „dritte Geschlecht“

Schon in der Antike wurden Zwitterwesen zwischen Mann und Frau beobachtet und in der Mythologie behandelt. Ovid erwähnt in den *Metamorphosen*¹¹ Sithon, den Wandelbaren, der „*wider das Naturgesetz*“ bald Mann, bald Weib war. Im selben Abschnitt steht die Geschichte der Nymphe Salmakis, die einen sich sträubenden Jüngling, den Sohn von Hermes und Aphrodite¹² so stark begehrte, dass sie mit Hilfe der Götter in einer Quelle seinen Leib mit dem ihren verschmolz. Ovids Erzählung endet dann so:¹³ „nicht mehr zwei jene beiden, sondern ein zwitterhaftes Wesen, so dass man es weder Mädchen noch Knaben heißen kann und es zugleich als keines von beiden und als beides erscheint.“ Der jetzt als Hermaphroditos bezeichnete Zwitter sprach mit „schon nicht mehr männlichen Stimme: ‚Gewährt Eurem Sohn eine Gnade, Vater sowohl wie Mutter, ihm der beider Namen trägt: Hinfort entsteige jeder, der als Mann in diese Quelle gerät, ihr als Halbmann wieder und kraftlos werde er, sobald ihn die Wellen benetzen.

Die Bitten des Hermaphroditos haben die Götter erhört.¹⁴ Immer wieder haben sich Rechtsordnungen mit der Zuordnung von Zwittern beschäftigen müssen. So hatte das Allgemeine Landrecht für die Preußischen Staaten (1794) in Teil I §§ 19 f. ein Wahlrecht für die Zuordnung zum männlichen oder weiblichen Geschlecht zunächst für die Eltern vorgesehen; nach Vollendung des 18. Lebensjahres, konnte dies durch den erwachsen Gewordenen geändert werden. Auf diesem Stand blieb die Gesetzgebung nicht nur in Deutschland.

Am 10. Oktober 2017 hat das Bundesverfassungsgericht über die *in der Natur vorkommende* zwitterhafte Geschlechtlichkeit auf eine Verfassungsbeschwerde, wie folgt, entschieden:¹⁵ Das allgemeine Persönlichkeitsrecht (Art. 2 Abs. 1 i. V. mit Art. 1 Abs. 1 GG) schützt auch die geschlechtliche Identität derjenigen, die sich dauerhaft weder dem männlichen noch dem weiblichen Geschlecht zuordnen lassen. Das Personenstandsrecht muss einen weiteren positiven Geschlechtseintrag außer männlich und weiblich zulassen.¹⁶

c) Freiheit

Welchen Gesetzmäßigkeiten der Natur unterliegt der erwachsene Mensch? Während Tiere durch ihren *naturgesetzlich* bestimmten Instinkt gesteuert werden, ist

¹¹ Buch IV, 256 – 282 (Hermaphroditos)

¹² Ovid verwendet die römischen Namen der beiden Götter: Merkur und Venus

¹³ Auf Grund der Übersetzung von August von Rode, neu übersetzt von Gerhard Fink, Artemis Verlag 1989.

¹⁴ Über das dritte Geschlecht vor allem in den außereuropäischen Kulturen vgl. Gisela Völger (Hrsg.), *Sie und Er. Frauenmacht und Männerherrschaft im Kulturvergleich*, Bd. 2 Köln 1997, S. 99 – 176.

¹⁵ 1 BvR 2019/16, in: *Juristenzeitung* 2018, S. 351 ff. und BVerfGE 147, 1, 18 ff.

¹⁶ Vgl. kritisch *Stephan Rixen*, *Geschlechtertheorie als Problem der Verfassungsauslegung*, in: *Juristenzeitung* 2018, S. 317 ff.

diese Steuerung beim Menschen nur schwach ausgebildet und stark überlagert durch Erziehung, im Laufe des Lebens gemachte Erfahrungen, Informationen und Institutionen, in denen der Mensch lebt. Zur Naturausstattung des Menschen gehört die Freiheit, die als Willensfreiheit und Handlungsfreiheit in Erscheinung tritt. Lassen wir die Behauptung einiger Hirnforscher¹⁷ außer Betracht, wonach es keine rationale Selbststeuerung des Menschen, d.h. keine Willensfreiheit gibt und die Entscheidungen vom Willen unabhängig im limbischen System erfolgen, das festlege, wann, in welchem Ausmaß und mit welchen Argumenten das rationale cortikale System zum Einsatz komme.¹⁸

Im Gegensatz zu solchen Auffassungen verfügt der Mensch wegen seiner Vernunft über eine Reflexionsebene, auf der er freie Entscheidungen vorbereiten und treffen kann, deren Umsetzung in Handlungen freilich von verschiedenen natürlichen, rechtlichen und finanziellen Umständen abhängig ist.¹⁹ Das Selbstverständnis des Menschen verlangt das Sichten und Ordnen, das Prüfen von Alternativen und deren Verhältnis zum eigenen Lebensentwurf zu bedenken.

Sinnliche Triebe spielen dabei ebenso eine Rolle wie die Vernunft. Die Sinnlichkeit ist auch frei, wenn sie nicht mehr mit den Normen der Vernunft verbunden ist. Das Denken ist frei, wenn es nur seinen eigenen, ihm innerlichen Motiven folgt und sich von der Verknüpfung mit Gefühlen und Wollungen gelöst hat. Auf Grund dieser Überlegungen definiert Georg Simmel die Freiheit „als innere Arbeitsteilung, als eine gegenseitige Lösung und Differenzierung der Triebe, Interessen und Fähigkeiten“.²⁰ Hinzu kommen eigene Erfahrungen sowie Einflüsse von Mitmenschen und Institutionen. So sprechen wir auch von Freiheit, wenn der Mensch gesolltes Verhalten ohne oder mit geringen Änderungen übernimmt und es bewusst als eigenes für richtig erkanntes, sich aneignet und verwirklicht.²¹ Georg Simmel macht darauf aufmerksam, dass ein tiefer Zusammenhang zwischen der eigenen Freiheit und der Freiheit der anderen besteht.²² Darauf wird noch zurückzukommen sein.

Ohne die Freiheit kann man die Entstehung von Kunstwerken und Wissenschaft nicht verstehen. Im Anschluss an Kant, Schiller, Georg Simmel und Cassirer schreibt Birgit Recki,²³ dass in der autonomen Kunst die menschliche Freiheit

¹⁷ Vor allem *Gerhard Roth*, Fühlen, Denken, Handeln, 2003, S. 256 ff., 553 f.

¹⁸ Dazu *Christian Starck*, Freiheit, in: Kube/Mellinghoff et al. (Hrsg.), Leitgedanken des Rechts, Bd. I, 2013, S. 507 ff.

¹⁹ *Peter Bieri*, Das Handwerk der Freiheit, 4. Aufl. 2005.

²⁰ *Georg Simmel*, Philosophie des Geldes, 3. Aufl. 1920, S. 333; ausführlich *ders.*, Über Freiheit, postum in: *Logos*, Bd. 11 (1922/23), S. 1ff., 25 - 30.

²¹ *Hans Ryffel*, Rechts- und Staatsphilosophie, 1969, S. 147.

²² *Logos*, Bd. 11 (Anm. 20), S. 25.

²³ *Birgit Recki*, Freiheit, 2009, S. 102; *Hans-Georg Gadamer*, Die Aktualität des Schönen, Reclam 2006, S.29 u.ö.

anschaulich Gestalt annehme. In der Freiheit der Kunst spiegeln und brächen sich wie in einem bevorzugten Medium die Vorstellungen der eigenen Freiheit, die der moderne Mensch mit seinem Selbstbewusstsein verbinde. Aus alledem ergibt sich, dass der Mensch nicht durchgängig durch Naturgesetze bestimmt ist, sondern sich auch selbstbestimmt. Zur Natur des Menschen gehört dessen Freiheit. Der Physiker, der mit Freiheit in der Natur nichts anfangen kann und deshalb Freiheit nicht zur Natur des Menschen rechnet, muss dann den Menschen insoweit in der Metaphysik verorten.

Wie reagiert das positive Recht auf die Freiheit des Menschen als anthropologische Grundgegebenheit? Auf der Grundlage der Freiheit des Menschen bezeichnet Kant das Recht als „Inbegriff der Bedingungen, unter denen die Willkür des einen mit der Willkür des anderen nach einem allgemeinen Gesetz der Freiheit zusammen vereinigt werden kann“.²⁴ In der französischen Erklärung der Menschen- und Bürgerrechte (1789) erscheint das Gesetz als positives Recht, als Instrument der Bestimmung der Grenzen der Freiheit. Die Freiheit besteht nach Art. 4 der Erklärung darin, alles tun zu dürfen, was dem anderen nicht schadet.²⁵ Somit hat, wie es weiter heißt, die Ausübung der natürlichen Rechte jedes Menschen, d.h. der Freiheit, nur die Grenzen, welche den anderen Mitgliedern der Gesellschaft den Genuss derselben Rechte sichern. Da die Grenzen aber streitig sein können, heißt es in Art. 5 der Erklärung, dass der Gesetzgeber nur Handlungen verbieten dürfe, die die Gesellschaft schädigen. Was das Gesetz nicht verbiete, dürfe nicht verhindert werden und nicht dürfe erzwungen werden, was es nicht anordne.²⁶

Diese Wechselbezüglichkeit von Recht und Freiheit kommt in den Staatsverfassungen heute darin zum Ausdruck, dass die Menschenrechte, als *Grundrechte* formuliert, gewährleistet werden und deren gemeinverträgliche Ausübung durch das vom Gesetzgeber gesetzte Recht garantiert wird.

Der Staat kann gemeinverträgliche Freiheit nur gewährleisten, wenn er selbst rechtlich geordnet ist, und zwar in einer Weise, dass Missbrauch bei der Ausübung der Staatsgewalt möglichst verhindert wird. Dazu gehört eine Verteilung der Zuständigkeiten auf verschiedene Staatsorgane, die einander kontrollieren können. Da das demokratische Mehrheitsprinzip noch keine hinreichende Garantie für Freiheit und Gerechtigkeit und gegen Machtmissbrauch ist, ist die *Gewaltenteilung* auch im demokratischen Staat ein wesentliches Element des Staatsaufbaus. Der Kern der klassischen Gewaltenteilungslehre ist die Unterscheidung zwischen allgemein regulierender Gewalt, ausführender Gewalt und davon unabhängiger richterlicher

²⁴ Immanuel Kant, *Metaphysik der Sitten* (1798), Rechtslehre § B am Ende.

²⁵ La liberté consiste à pouvoir faire tout ce qui ne nuit pas à l'autrui.

²⁶ La loi n'a le droit de défendre que les actions nuisibles à la société. Tout ce qui n'est pas défendu par la loi ne peut être empêché, et nul ne peut être contraint à faire ce qu'elle n'ordonne pas.

Gewalt.²⁷ Deshalb kommt es für effektiven Schutz gemeinverträglich ausgeübter Freiheit stärker auf eine gewaltenteilige Staatsorganisation an als auf prunkvolle Grundrechtskataloge.

Die rechtliche Freiheit tritt in Erscheinung als *grundrechtliche Freiheit*, d.h. als Selbstbestimmung der Individuen und als *demokratische Freiheit*, d.h. als Mitbestimmung im Rahmen verfassungsrechtlich festgelegter Staatsorganisation.²⁸ Die Sphären der Selbstbestimmung müssen von der Sphäre der Mitbestimmung positivrechtlich abgegrenzt werden. Soweit ich mich selbstbestimmen darf, hat niemand mitzubestimmen, falls ich dies nicht selbstbestimmt wünsche. Die grundrechtlich gewährleisteten Freiheitsrechte binden den demokratisch legitimierte Gesetzgeber. Bei der Gesetzgebung im Grundrechtsbereich berühren sich beide Freiheitssphären. Da die Grundrechte nicht beliebig eingeschränkt werden dürfen, hat der demokratisch legitimierte Gesetzgeber nicht das letzte Wort.

Die *demokratische Freiheit* findet Darstellung und Verwirklichung in Ansprüchen auf Teilnahme am Staat und den Entscheidungen seiner Organe.²⁹ Solche Ansprüche ergaben sich früher aus dem Thronfolgerecht, jetzt aus dem demokratischen Wahlrecht. Da staatlicher Wille immer nur durch Menschen zum Ausdruck gebracht werden kann, die als Staatsorgane für den Staat handeln, müssen Rechtssätze bestimmen, „welche Personen unter welchen Bedingungen ... die staatliche Willensbildung ausüben oder an ihr teilzunehmen haben.“³⁰ Damit ist das Recht der Organisation und der Kompetenzen auf allen Gebieten der Staatsgewalt gemeint. In Deutschland wählt der Bundestag den Bundeskanzler, dieser bestimmt (im Einvernehmen mit den an der Regierung beteiligten Parlamentsfraktionen) die Minister.³¹ Diese ernennen die Beamten, deren Stellung als staatsbürgerliches Recht ausgeformt ist.³² Entsprechendes gilt nach den Landesverfassungen für die Länder sowie nach Art. 28 GG und den Landesgesetzen für Gemeinden, Landkreise und Körperschaften des öffentlichen Rechts. Richter werden entweder vom Parlament gewählt oder von der Regierung ernannt.

Freiheit als Selbstbestimmung tritt zunächst in der Institution des *Vertrages* in Erscheinung. Im Vertrag findet ein autonom geregelter Interessenausgleich rechtlich

²⁷ Christian Starck, Errungenschaften der Rechtskultur. Menschenrechte und Gewaltenteilung (Reden am Lichtenberg Kolleg), 2011, passim.

²⁸ Christian Starck, Grundrechtliche und demokratische Freiheitsidee, in: Isensee/Kirchhof (Hrsg.), Handbuch des Staatsrechts, 3. Aufl., Bd. III, 2005, S. 3 ff.

²⁹ Christian Starck, Teilnahmerechte, in: Mertens/Papier (Hrsg.), Handbuch der Grundrechte, Bd. II, 2006, S. 709 ff.

³⁰ Georg Jellinek, System der subjektiven öffentlichen Rechte, 2. Aufl. 1905, S. 136, vgl. auch S. 138.

³¹ Art. 63, 64 GG.

³² Art. 33 GG.

Gleichstehender durch einander entsprechende Willenserklärungen (z.B. Kauf, Miete, Dienstleistung) statt. Die Vertragspartner vertrauen einander, dass die Verpflichtungen aus dem Vertrag eingehalten werden. Der Grundsatz „pacta sunt servanda“ kennzeichnet die Koppelung von Autonomie und Verlässlichkeit, die, falls nötig, gerichtlich gesichert wird.

Die Freiheit wird in den Grundrechten, die Verfassungsrecht, also höheres Recht sind, gewährleistet, z.B. Meinungsfreiheit, Religionsfreiheit, Berufsfreiheit, Versammlungs- und Vereinigungsfreiheit als Handlungsfreiheiten und Freiheitsrechte, die körperliche, seelische und räumliche Integrität schützen z.B. das Leben und die körperliche Integrität, das Persönlichkeitsrecht, das Post- und Fernmeldegeheimnis, die Wohnung und das Eigentum. Der Gesetzgeber kann zum Schutze anderer und von Gemeinwohlsgütern diese Freiheitsrechte beschränken, was sich zumeist schon aus den Formulierungen der Grundrechte ergibt, z.B. findet die Meinungs- und Pressefreiheit ihre Schranken u. a. in dem Recht der persönlichen Ehre (Art. 5 Abs. 2 GG), Versammlungen sind nur geschützt, wenn sie friedlich und ohne Waffen stattfinden (Art. 8 GG), andere Grundrechte können unter bestimmten Voraussetzungen gesetzlich beschränkt werden.³³

Die durch das Gesetz vorgesehenen Grundrechtsbeschränkungen müssen zur Erreichung des Schutzes geeignet, erforderlich und verhältnismäßig sein, damit die verfassungsrechtlich garantierte Freiheit, die zur Natur des Menschen gehört, möglichst wenig beschränkt wird. Wer über ein Grundstück verfügt und darauf ein Haus bauen will, muss das Bauplanungs- und Bauordnungsrecht beachten. Das sind die Regeln für Baumaterial und Statik einerseits, andererseits Nachbarschutz und Einpassung in das Ortsbild.

Die in den Grundrechten gewährleistete Freiheit, einschließlich die Vertragsfreiheit, mittels der die Vertragspartner Recht setzen können, ist verbindlich und normalerweise durchsetzbar.

Durch das Strafrecht wird verbotenes Tun in genauen Tatbeständen umschrieben und unter Strafe gestellt. Wer Straftaten willentlich begeht und versteht was er tut, macht sich im Sinne des Strafrechts schuldig. Dem Schuldvorwurf folgt die Strafe. Der Bundesgerichtshof³⁴ hat ausgeführt, dass mit dem Urteil, der Täter habe sich schuldig gemacht, zugleich gesagt werde, der Täter habe sich für das Unrecht entschieden, obwohl er sich rechtmäßig hätte verhalten können. Der innere Grund des Schuldvorwurfs und somit der Strafe liegt darin, dass der Mensch auf freie, verantwortliche, sittliche Selbstbestimmung angelegt ist und befähigt ist, sich für

³³ Vgl. v. Mangoldt/Klein/Starck, Kommentar zum Grundgesetz, 6. Aufl., Bd. I, 2010, Art. 1, Rdnr. 267 ff., 277 f.

³⁴ BGHSt 2, 200.

³⁵ Claus Roxin, Strafrecht, Allgemeiner Teil, Bd. I, 1992, S. 541, 547, allerdings mit Vorbehalten.

das Recht und gegen das Unrecht zu entscheiden, wie wir vermuten³⁵ und dafür eine empirische Gewissheit³⁶ ins Spiel bringen können. Kann im Einzelfall fehlende Entscheidungsfreiheit nachgewiesen werden, entfällt die Schuld und damit die Strafe.

In den Grundrechten wird die Freiheit garantiert, die wir als einen wichtigen Aspekt der menschlichen Natur ausgemacht haben, und im Zivilrecht, Strafrecht und Verwaltungsrecht im Einzelnen so geregelt, dass sie mit der Freiheit der Mitmenschen vereinbar ist.

3. Schlussbetrachtung

Der Durchgang durch die Gesetzmäßigkeiten der Natur im Sonnensystem, auf der Erde und beim Menschen hat wesentliche Grundlagen deutlich gemacht, auf denen unser Recht geschaffen worden ist und somit beruht. Ferner spielen natürliche Phänomene eine Rolle, die wir Gesetzmäßigkeiten der Natur verdanken und die durch menschliches Handeln bedroht sind und durch Recht geschützt werden. Die vorgeführten Beispiele zeigen aber auch, dass es kein strenges Ableitungsverhältnis von den Gesetzmäßigkeiten der Natur zum positiven Rechts gibt. Man stößt deshalb auf eher gelungene und weniger gelungene Verarbeitungen von Gesetzmäßigkeiten der Natur im positiven Recht. Das würden auch jede historische Betrachtung der Rechtsentwicklung und die Rechtsvergleichung zeigen, die nicht selten zur Rezeption „besseren“ Rechts führt, d.h. eines Rechts, dass die Gesetzmäßigkeiten der Natur für die gesellschaftlichen Verhältnisse auf angemessene Weise verarbeitet.

³⁶ Roxin (Anm. 35), S. 547, erfahrungswissenschaftlicher Befund.

Menschenwürde im Internationalen Menschenrechtsschutz^{*1}

ANJA SEIBERT-FOHR

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Juristische Fakultät, Institut für Staatsrecht, Verfassungslehre und Rechtsphilosophie, Lehrstuhl für Öffentliches Recht, Völkerrecht und Menschenrechte, Friedrich-Ebert-Platz 2, DE-69117 Heidelberg

1. Abstract

Die Achtung der Menschenwürde nimmt nicht zuletzt aus historischen Gründen eine zentrale Rolle in der bundesdeutschen Verfassungsstaatlichkeit ein. Angesichts der nationalsozialistischen Gräueltaten fand der Würdebegriff darüber hinaus auch Eingang in die internationalen Menschenrechtsabkommen. Dies entspricht dem der Menschenwürdeidee immanenten universellen Geltungsanspruch. Während sich der Würdebegriff in der Bundesrepublik indes auf einen gemeinsamen Wertekanon stützen kann, stellt dessen Deutung in einer weltanschaulich und religiös diversen Welt die zuständigen internationalen Spruchkörper vor besondere Herausforderungen. Der Vortrag der ehemaligen Vizepräsidentin des UN-Menschenrechtsausschusses beschäftigt sich daher mit Bedeutung und Funktion der Menschenwürdegarantie im Rahmen der internationalen Menschenrechtsabkommen und erläutert, wie der Spagat zwischen Universalitätsanspruch und Pluralität der Wertordnungen gelingen kann.

Als ich die Einladung zur heutigen Veranstaltung „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“ erhielt, fühlte ich mich an eine Begebenheit vor etwa zwei Jahren zurückerinnert. Damals sagte ich zu, auf einem interdisziplinären Expertenpodium zum Thema „Globale Forschung – Lokale Verantwortung“ zu sprechen. Wenige Tage zuvor eröffnete mir die Podiumsvorsitzenden, dass sie bei dieser Gelegenheit mit uns auch über Genome Editing diskutieren wolle. Dabei stellte sich heraus, dass sie offenbar davon ausging, dass ich unter Rückgriff auf die Menschenrechte einschließlich der Menschenwürde eine Blaupause bereitstellen könne, mit der sich die ethische Frage der Zulässigkeit der Genomforschung beant-

* Der Vortrag wurde am 15.06.2018 beim Carl-Friedrich-Gauß Kolloquium „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“ anlässlich der Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft gehalten.

¹ Ich danke Anna-Mira Brandau für die kompetente Unterstützung bei der Literaturrecherche sowie der redaktionellen Überarbeitung.

worten ließe. Obgleich ich in der anschließenden Diskussion das ein oder andere aus völkerrechtlicher Sicht beizutragen hatte, musste ich die Biologin doch mit der Erkenntnis zurücklassen, dass ich ihr nicht den Stein der Weisen überreichen konnte, mit dessen Hilfe sich all ihre Fragen beantworten ließen.

Als ich nun die Einladung erhielt, in Braunschweig über die Menschenwürde im Internationalen Menschenrechtsschutz vorzutragen, zögerte ich initial, nicht nur deshalb, weil über Menschenwürde bereits so viel gesagt und geschrieben wurde, dass ich fürchtete zu keinem wesentlichen Erkenntnisgewinn beitragen zu können, sondern auch deshalb, weil die Deutung des Menschenwürdebegriffs, in meiner fünfjährigen Praxis im UN Menschenrechtsausschuss keine allzu große Prominenz erfahren hat. Jedenfalls wollte ich zu hohen Erwartungen an die Regelungsdichte des Völkerrechts vorbeugen. Gleichwohl und nicht zuletzt in echter Verbundenheit zu Herrn Kirchhof, den ich sehr verehere, sagte ich zu. Daher bitte ich Sie, es mir nachzusehen, wenn ich nicht in der Lage bin, Ihnen alle großen die Würde betreffenden Menschheitsfragen zu beantworten, sei dies nun die Frage nach dem Beginn des Lebens oder nach dem postmortalen Würdeschutz, seien es ethischen Fragen der modernen Medizin oder der Biotechnologie.² Auch die Juristinnen und Juristen unter Ihnen bitte ich um Nachsicht, wenn es hier *nur* um den völkerrechtlichen Bedeutungsgehalt der Menschenwürde geht, der sich, um es vorwegzunehmen, vom bundesdeutschen Regelungsgehalt durchaus unterscheidet.

Warum sage ich das? Ist der Begriff der Menschenwürde nicht notwendigerweise universell? Ergibt sich die Universalität nicht bereits aus dem Bekenntnis zum unveräußerlichen Wert jedes Menschen kraft und aufgrund seines Menschseins? In anderen Worten – und hier sind wir beim zentralen Thema der heutigen Vortragsveranstaltung – folgt der universelle Regelungsgehalt nicht aus der Gesetzmäßigkeit der Natur des Menschen?

Das Menschenwürdekonzept knüpft schließlich essentiell an die Natur des Menschen und damit an die Gesetzmäßigkeit seines Wesens an. Wenn also im positiven Völkerrecht der Begriff der Menschenwürde sehr prominent sowohl in der Präambel der UN Charta als auch in der allgemeinen Menschenrechtserklärung verankert ist, reicht dann nicht der Blick auf die Gesetzmäßigkeit des vorpositiven Seins, sprich der wesensmäßigen Natur des Menschen, zur Definition des rechtlichen Sollens?

2. Menschenwürdegarantien im Rechtsvergleich

Dem wäre wohl so, wenn man sich weltweit darüber einig wäre, was den Menschen wesensmäßig ausmacht, wie dieser Menschenwürdebegriff zu definieren ist und welche rechtliche Funktion ihm zukommt. Aber bereits der Blick in die verschie-

² Zur Beantwortbarkeit dieser Fragen *Bayertz*, Die Idee der Menschenwürde: Probleme und Paradoxien. Archiv für Rechts- und Sozialphilosophie, Vol. 81, No.4 (1995), 465 (477 ff.).

denen Rechtsordnungen, welcher wertvolle Ansatzpunkte bei der Bestimmung des internationalen Rechtsbegriffs und seiner Reichweite liefern könnte, offenbart einige nicht unerhebliche Unterschiede. Während in der Bundesrepublik die Menschenwürdegarantie in Art. 1 des Grundgesetzes – in den Worten des diesjährigen Preisträgers – „das tragende, unverzichtbare Grundmotiv der Gesamtverfassung“ darstellt,³ kommt dem Schutz der Menschenwürde nicht in allen Rechtsordnungen eine ähnlich zentrale Bedeutung zu.

In einigen Staaten, wie Frankreich und den Vereinigten Staaten von Amerika, findet sich im Verfassungstext keine Bezugnahmen auf die Menschenwürde. Auch wenn dort die Würde des Menschen später Eingang in die Verfassungsrechtsprechung gefunden hat, ist ihre Bedeutung weniger zentral als in der Bundesrepublik.⁴ In den Vereinigten Staaten beispielsweise steht die Menschenwürde eher im Hintergrund als Begründungsrahmen für die in den Zusatzartikeln niedergelegten Grundrechte und -freiheiten und dient deren Auslegung.⁵ Sie fungiert nicht als eigenständig anwendbare Rechtsnorm.⁶ Vielmehr nimmt die Garantie des fairen Verfahrens dort die Auffangfunktion wahr, die in der Bundesrepublik dem aus Art. 2 i.V.m. der Menschenwürde hergeleiteten allgemeinen Persönlichkeitsrecht zukommt.

Dies soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Menschenwürdebegriff für die Verfassungsrechtsprechung vieler anderer Staaten von zentraler Bedeutung ist.⁷ In Israel nimmt die Achtung der Menschenwürde eine Ergänzungsfunktion wahr⁸, so z.B. für die Herleitung der Religionsfreiheit und Meinungsfreiheit sowie für die Anerkennung der Gleichheitsrechte.⁹ Auch in Ungarn ist die Menschenwürdeklausel als Mutterrecht bezeichnet worden, von dem sich andere

³ Kirchhof, Die Garantie der Menschenwürde als Ausdruck gegenwärtiger Rechtskultur, Kirche und Recht 1997, Heft 2, 53.

⁴ Conseil Constitutionnel, 27 Juillet 1994, 94-343/344 DC, Loi Bioéthique.

⁵ Supreme Court of the United States, *Trop v. Dulles*, 356 U.S. 86 (31 March 1958), at 1000; *Rochin v. California*, 342 U.S. 165 (2 January 1952), at 174; *Atkins v. Virginia*, 536 U.S. 304 (20 June 2002).

⁶ Neuman, Human dignity in United States Constitutional Law, in: Simon D.; Weiss, M. (Hrsg.) *Zur Autonomie des Individuums, Liber Amicorum Spiros Simitis*, Baden-Baden 2000, 241 (249). Zur Bedeutung der Menschenwürde im US-amerikanischen Verfassungsrecht vgl. auch: Eberle, Human Dignity in American Constitutional Law, in: Brugger, W.; Kirste, S. (Hrsg.) *Human Dignity as a Foundation of Law* (ARSP Beiheft 137) Stuttgart 2013, 255 ff.

⁷ Verfassung der Republik Finnland (2000); Verfassung der Portugiesischen Republik (2001), Art. 13; Verfassung Irlands (1937); Kubanische Verfassung (1976). Zu den historischen Vorläufern vgl. Politischen Verfassung der Vereinigten Mexikanischen Staaten (1917), Art. 3c; Weimarer Reichsverfassung (1919).

⁸ Dort nahm der Oberste Gerichtshof schon vor der Annahme des „Grundgesetzes Menschenwürde und Freiheit“ (Basic Law: Human Dignity and Liberty (1992) in der Fassung vom 9. März 1994) Bezug auf die Menschenwürde. Vgl. Kretzmer, Human Dignity in Israeli Jurisprudence, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) *The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse*, The Hague 2002, 161 (161; 163 ff.).

⁹ Vgl. m.w.N.: Barak, Human Dignity: The Constitutional Value and the Constitutional Right, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) *The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse*, The Hague 2002, 361 (373 f.).

nicht kodifizierte Rechte herleiten.¹⁰ Bekanntlich hat sich die südafrikanische Verfassungsrechtsprechung in Bezug auf die Menschenwürde stark an der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts orientiert.

Gleichwohl unterscheidet sich die Funktion der Menschenwürdegarantie in diesen Verfassungsordnungen nicht unwesentlich.¹¹ Der Rechtsstatus der Würdegarantie bzw. dessen Verankerung ist bereits uneinheitlich.¹² Während sie beispielsweise in Südafrika,¹³ Ungarn¹⁴ und Israel¹⁵ ein eigenes justiziables Recht darstellt¹⁶, ist dies in vielen anderen Ländern nicht der Fall.¹⁷ Dort dient die Menschenwürde, wie bereits in Bezug auf die Vereinigten Staaten erwähnt, lediglich der Auslegung anerkannter Rechte.

Auch die Frage der Einschränkung der Menschenwürde wird nicht einheitlich beantwortet. Der Unabwägbarkeit der Menschenwürde, so wie vom Bundesverfassungsgericht ausdrücklich anerkannt,¹⁸ steht beispielsweise in Israel eine Rechtsprechung gegenüber, die eine Einschränkung der Menschenwürde im Interesse anderer Rechte bejaht.¹⁹ Dies lässt sich u.a. mit der dortigen Auffangfunktion der Menschenwürdegarantie begründen, die den Schutzbereich der Menschenwürde weiter zieht und daher auch solche Rechte, wie die Religions- und Meinungsfreiheit erfasst, welche in anderen Verfassungsordnungen nicht vorbehaltlos verbürgt sind.

¹⁰ Dupré, Importing the Law in Post-Communist Transitions: The Hungarian Constitutional Court and the Right to Human Dignity, London, 2003; Vgl. auch: Kerek, Verfassungsgerichtsbarkeit in Ungarn und Rumänien, Berlin 2010, 306.

¹¹ Neuman, Discourses of Dignity, in: McCrudden, C. (Hrsg.) Understanding Human Dignity, Oxford 2014, 637 (642).

¹² Zur unterschiedlichen Verankerung des Menschenwürdeschutzes national und international auch Korinek, Der Schutz der Menschenwürde im Verfassungsrecht und im internationalen Recht, in: Harrer, F. et al (Hrsg.) Gedächtnisschrift für Theo Mayer-Maly, Wien 2011, 257 (268).

¹³ Constitutional Court of South Africa, *Dawood and Another v. Minister of Home Affairs and Others*, 5 Law Reports of the Commonwealth 147, 2000 (3) SA 936 (CC).

¹⁴ Grundgesetz Ungarn (2011), Art. 2.

¹⁵ Liberty Section 4 of the Basic Law: Human Dignity and Liberty (1992) in der Fassung vom 9. März 1994; Vgl. Kretzmer, Human Dignity in Israeli Jurisprudence, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse, The Hague 2002, 161 (169 ff.).

¹⁶ Auch das Bundesverfassungsgericht hat dies anerkannt: BVerfGE 1, 322 (343); 12, 113 (123); 15, 283 (286); 61, 126 (137).

¹⁷ In Österreich ist der Schutz der Menschenwürde nicht explizit gewährleistet, gilt aber als Fundament der Grund- und Menschenrechte. Dazu: Korinek, Der Schutz der Menschenwürde im Verfassungsrecht und im internationalen Recht, in: Harrer, F. et al (Hrsg.) Gedächtnisschrift für Theo Mayer-Maly, Wien 2011, 257 (259 ff.). Ähnliches gilt für die Französische Verfassung, vgl. Hennette-Vauchez, Human Dignity in French Law, in: Düwell, M. et al (Hrsg.) The Cambridge Handbook of Human Dignity, Cambridge 2014, 369.

¹⁸ BVerfGE 93, 266 (293).

¹⁹ vgl. m.w.N.: Kretzmer, Human Dignity in Israeli Jurisprudence, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse, The Hague 2002, 161 (169 f.).

Unterschiede zeigen sich auch hinsichtlich der inhaltlichen Ausprägung. Während in mehreren Ländern aus der Menschenwürde die Sicherung essentieller wirtschaftlicher und sozialer Grundbedürfnisse abgeleitet wird,²⁰ lehnte man in Ungarn die Herleitung sozialer Rechte aus der Menschenwürde in bewusster Abkehr vom Kommunismus ab.²¹

Ähnlich verhält es sich mit Gleichheitsfragen. Während in Südafrika und Kanada Rassendiskriminierung als Verletzung der Menschenwürde gedeutet wird,²² würde ein generelles Verbot in den USA als Verletzung der Meinungsfreiheit verworfen.²³ Selbst diejenigen Verfassungssysteme, die eine innere Verbindung von Menschenwürde und Diskriminierungsverbot anerkennen, weisen Unterschiede auf. In Kanada diente den Gerichten der Verweis auf die Menschenwürde lange Zeit dazu, höhere Anforderungen an die Bejahung einer Diskriminierung zu stellen.²⁴ Die Ungleichbehandlung musste danach die Würde des Betroffenen in Frage stellen. Demgegenüber vertritt das deutsche Bundesverfassungsgericht einen weiteren Gleichheitsbegriff, ohne dass es für die Bejahung einer Diskriminierung darauf ankommt, dass die Würde des einzelnen betroffen ist.

Eine uneinheitliche Herangehensweise zeigt sich schließlich auch im Hinblick auf die Frage, ob der Würdeschutz bereits dem ungeborenen Leben zukommt.²⁵ In einigen Ländern wird die Entscheidung darüber dem Gesetzgeber überlassen.²⁶ In anderen Staaten wird darauf abgestellt, dass ein Verbot unvereinbar mit der Würde der Mutter sei. So beschrieben die in der Rechtssache *Casey* an der Mehrheitsentscheidung beteiligten Richter des Obersten Gerichtshofs der Vereinigten Staaten den Entschluss der Frau zum Schwangerschaftsabbruch als eine sehr intime per-

²⁰ Für Deutschland vgl. BVerfGE 125, 175. Für Italien vgl. *Bognetti*, The Concept of Human Dignity in European and US Constitutionalism, in: Nolte (Hrsg.) *European and US Constitutionalism*, Cambridge, 2005, 85. Für Polen vgl. *Lewaszkiewicz-Petrykowska*, The Principle of Respect for Human Dignity, in: *European Commission for Democracy through Law* (Montpellier, France: 2-6 July 1998), 8 (12). Für Israel vgl. Supreme Court of Israel, *Commitment to Peace and Social Justice Association v. Minister of Finance* (12.12.2005) HCJ 366/03.

²¹ *Dupré*, The Right to Human Dignity in Hungarian Constitutional Case-Law, in: *European Commission for Democracy through Law* (Montpellier, France: 2-6 July 1998), 46 (47).

²² Supreme Court of Canada, *R v. Keegstra*, Judgment of 13 December 1990, 3 SCR 697; Constitutional Court of South Africa, *Islamic Unity Convention v. Independent Broadcasting Authority and Others*, Judgment of 11 April 2002, 2002 (5) BCLR 433 (CC).

²³ *Waldron*, Law, Dignity, and Self-Control, in: *Waldron, J.; Dan-Cohen, M.* (Hrsg.) *Dignity, Rights, and Rights*, 47 (49).

²⁴ Dieser Ansatz wurde in *R v. Kapp* aufgegeben: Supreme Court of Canada, *R v. Kapp*, Judgment of 27 June 2008, [2008] 2 SCR 483, Rn. 22-23.

²⁵ *Addis*, Human Dignity in Comparative Constitutional Context: In Search of an Overlapping Consensus, 2 *Journal of International and Comparative Law* 2015, 1 (23).

²⁶ In Ungarn überließ das Verfassungsgericht die Entscheidung darüber, ob der Fötus als menschliche Person anerkannt wird, dem Gesetzgeber: AB, Urteil 64/1991 (XII.17), ABH 1991, 297 ff.

sönliche Entscheidung, die für die Würde und Autonomie der Frau zentral sei.²⁷ Demgegenüber stellen andere Staaten mit guten Gründen auf den Würdeschutz des ungeborenen Lebens ab.

Der kurze Überblick verdeutlicht die zahlreichen Divergenzen in der Verfassungsrechtsprechung der verschiedenen Staaten. Obgleich sich unbestreitbar ein gemeinsamer Kern der Menschenwürdegarantie identifizieren lässt – nämlich die Achtung einer jedem Menschen angeborenen Wertigkeit²⁸, lässt sich indes kaum von einem einheitlichen Funktionsverständnis sprechen. Die Konzeptionen reichen von einer Begründungsfunktion,²⁹ über eine auf die Auslegung bereits anerkannter Rechte beschränkte Orientierungsfunktion³⁰ bis hin zu einer Ergänzungsfunktion.³¹ Auch gibt es keine Einigkeit über die inhaltliche Reichweite des Würdeschutzes, sieht man einmal von dem genannten Kernbereich ab. Dabei habe ich nur auf die Verfassungsrechtsprechung in westlich geprägten Staaten Bezug genommen.³² Das Bild wird noch opaker, wenn man andere Rechtskulturen mit einbezieht, so z.B. Rechtsordnungen, die vom afrikanischen Konzept des Ubuntu geprägt sind, welches für Menschlichkeit, Nächstenliebe und Gemeinsinn steht, und damit maßgeblich das Leben des Menschen in der Gemeinschaft vor Augen hat.³³

3. Menschenwürde im Vergleich der Weltreligionen

Wenn sich somit im Wege des Rechtsvergleichs keine Fortschritte bei der Bestimmung eines internationalen Würdebegriffs erzielen lässt, so ließe sich erwägen, ob die Religionen als Grundlage ethischer Seinsvorstellungen zu einem univer-

²⁷ Supreme Court of the United States, *Planned Parenthood v. Casey*, 505 U.S. 833 (29 June 1992), 851: “Involve the most intimate and personal choices a person may make in a lifetime, choices central to personal dignity and autonomy, are central to the liberty protected by the Fourteenth Amendment.”

²⁸ McCrudden, Human Dignity and Judicial Interpretation of Human Rights, EJIL 2008, Vol. 19, No. 4, 655 (679, 723); Carozza, Human Dignity, in: Shelton, D. (Hrsg.) *The Oxford Handbook of International Human Rights Law*, Oxford 2015, 345 (346).

²⁹ Paul Kirchhof in Bezug auf Art. 1 (1) GG in: Kirchhof, Menschenwürde und Freiheit, in: Rauscher, A. (Hrsg.) *Handbuch der Katholischen Soziallehre*, Berlin 2008, 41 (45).

³⁰ So in Bezug auf Österreich: Korinek, Der Schutz der Menschenwürde im Verfassungsrecht und im internationalen Recht, in: Harrer, F. et al (Hrsg.) *Gedächtnisschrift für Theo Mayer-Maly*, Wien 2011, 257 (262).

³¹ Ein Beispiel ist Israel. Da dort zentrale Freiheiten, wie die Meinungsfreiheit, aus der Menschenwürde hergeleitet werden, wird letztere selbst nicht als absolut anerkannt.

³² Ein rechtsvergleichender Überblick unter Einbeziehung weiterer Staaten findet sich bei: Addis, Human Dignity in Comparative Constitutional Context: In Search of an Overlapping Consensus, 2 *Journal of International and Comparative Law* 2015, 1 (8 ff.).

³³ Metz, Human Dignity, Capital Punishment, and an African Moral Theory: Toward a new Philosophy of Human Rights, 9 *Journal of Human Rights* 2010, 81.

sellen Menschenwürdeverständnis beitragen können.³⁴ So ist beispielsweise der Menschenwürdebegriff des Grundgesetzes maßgeblich von religiösen und philosophischen Vorstellungen geprägt.³⁵ Wenn die Arabische Charta der Menschenrechte „ausgehend vom Glauben der arabischen Nation an die menschliche Würde“ wiederholt auf diese Bezug nimmt und auch die Kairoer Erklärung der Menschenrechte im Islam von Gleichheit im Hinblick auf die Menschenwürde spricht³⁶, könnten diese gemeinsamen Bezugnahmen möglicherweise auf ein religionsübergreifendes Bekenntnis zur Menschenwürde hindeuten.

Betrachtet man zunächst jüdisch-christliche Vorstellungen, so verbindet beide Religionen das Bekenntnis zur Gottesebenbildlichkeit im Buch Genesis.³⁷ Nach christlichem Verständnis, erwächst aus dieser Gottesebenbildlichkeit die Würde des Menschen. Sie kommt allen Menschen in derselben Art und Weise zu, ist vorgefunden, also nicht etwa erworben, und damit unabhängig vom eigenen Handeln sowie von sozialem Ansehen.³⁸ Obgleich sich in der jüdisch-rabbinischen Tradition unterschiedliche Ansätze für die Deutung der Gottesebenbildlichkeit zeigen,³⁹ ist diesen Deutungen jedenfalls gemeinsam, dass sie die Gleichheit der Menschen und den moralischen Anspruch, das Leben zu schützen, begründen.⁴⁰

Dieser Anspruch gilt auch im Islam. Allerdings wird er nicht aus der Gottesebenbildlichkeit hergeleitet.⁴¹ Würde leitet sich hier sprachlich vielmehr aus der Wortwurzel „ehren“ ab und begründet sich mit dem Schöpfungsakt Gottes.⁴² Auch nach diesem

³⁴ Paul Kirchhof bezeichnet die Religion als „Humus für einen Verfassungsbaum“ in: *Kirchhof*, Die Idee der Menschenwürde als Mitte der modernen Verfassungsstaaten, In: The Pontifical Academy of Social Sciences (Hrsg.) *Conceptualization of the Person in Social Science*, Vatican City 2006, 140 (153); *Kirchhof*, Menschenwürde und Freiheit, in: Rauscher, A. (Hrsg.) *Handbuch der Katholischen Soziallehre*, Berlin 2008, 41 (43).

³⁵ *Bayertz*, Menschenwürde, in: Sandkühler, H.J. (Hrsg.), *Enzyklopädie Philosophie*, 2010, Band 1, 1553 (1554); *Böckenförde/Spaemann* (Hrsg.), *Menschenrechte und Menschenwürde: Historische Voraussetzungen, säkulare Gestalt, christliches Verständnis*, Stuttgart 1987.

³⁶ Cairo Declaration on Human Rights in Islam (1990), Art. 1a: “All human beings form one family whose members are united by their subordination to Allah (...) All men are equal in terms of basic human dignity and basic obligations and responsibilities (...). The true religion is the guarantee for enhancing such dignity along the path to human integrity.”.

³⁷ Genesis 1, 26 f.

³⁸ Schockenhoff betont, dass sich Menschenwürde und Gottesebenbildlichkeit entsprechen, in: *Schockenhoff*, Die Achtung der Menschenwürde in der technisch-wissenschaftlichen Zivilisation, in: Rauscher, A. (Hrsg.) *Handbuch der Katholischen Soziallehre*, Berlin 2008, 61 (64).

³⁹ *Heller*, Menschenwürde in interreligiöser Perspektive, Vortrag an der KPH Wien/Krems (6. Mai 2015) (abrufbar: <https://www.zeitgemaess-glauben.at/cms/blog/11-vortraege/159-menschenwuerde-in-religioeser-perspektive>), 3.

⁴⁰ Ebenda.

⁴¹ Vgl. Koran, Sure 17, 70.

⁴² *Heller*, Menschenwürde in interreligiöser Perspektive, Vortrag an der KPH Wien/Krems (6. Mai 2015), 5.

Verständnis muss die Menschenwürde nicht verdient werden. Sie ist gegeben und unverlierbar, denn sie basiert auf göttlicher Schöpfungsmacht.⁴³ Die Freiheit des Einzelnen ist nach diesem Verständnis der Gemeinschaft jedoch untergeordnet.⁴⁴ Darin liegt ein Unterschied zum christlichen Verständnis, welcher sich insbesondere im Umfang und der Einschränkung von Freiheitsrechten manifestiert.

Während die Würde im islamischen, christlichen und jüdischen Glauben maßgeblich mit dem menschlichen Wesen verbunden ist, kann sie im Hinduismus nicht speziell mit dem Menschsein begründet werden. Der Mensch unterscheidet sich nach dieser Glaubensvorstellung nicht grundlegend von anderen Lebewesen, welche im kosmischen Kreislauf der Wiedergeburt miteinander verbunden sind.⁴⁵ Würde ergibt sich hier vielmehr bereits aus der Teilhabe am kosmischen Kreislauf. Dabei erkennt die brahmanische Tradition dem Menschen insoweit eine besondere Stellung zu, als er das Potential zur Erkenntnis der höchsten Wirklichkeit hat, welche zur Befreiung aus dem Geburtenkreislauf führt. Hierin liegt die besondere Würde des Menschen. Würde und Gleichheit der Menschen werden mit dem Begriff des „atman“ begründet, dem umfassenden Seinsprinzip jedes Lebewesens.

Auch in der buddhistischen Vorstellung gründet die Würde bzw. ihr begriffliches Äquivalent in der Verbundenheit aller Lebewesen in einem kosmischen Geburtenkreislauf.⁴⁶ Die Würde des Menschen beruht auf der Fähigkeit zur Erleuchtung, die den einzelnen vom Leiden befreit und durch welche die Ich-Verhaftung überwunden wird. Sie ist überwiegend moralisch und nicht etwa rational bestimmt, denn auf dem Weg zur Erleuchtung soll der Mensch Güte entfalten. Ein individualistischer, an der menschlichen Autonomie orientierter Menschenwürdebegriff ist buddhistischen und hinduistischen Vorstellungen aufgrund der Verbundenheit aller Lebensformen fremd.⁴⁷ Hier zeigt sich zugleich eine Parallele zu islamischen Glaubensüberzeugungen, die ebenfalls weniger individualistisch geprägt sind.

Die Darstellung dieser religiösen Glaubensüberzeugungen kann an dieser Stelle nur skizzenhaft sein und keineswegs den Anspruch erheben, die Religionen, vor allem ihre unterschiedlichen Strömungen, genau abzubilden. Aber auch ohne ins Detail zu gehen, zeigen sich einige wesentliche Unterschiede. Obgleich alle hier skizzierten religiösen Vorstellungen einen Existenz- und Achtungsanspruch teilen, und damit eine Wertigkeit, die jedem Menschen kraft seines Seins als Teil des Kosmos zukommt, lässt sich daraus nicht ohne weiteres ein gemeinsamer Wertekanon ableiten, dem ein hinreichend konkreter Regelungsgehalt zukommen würde. Dabei bin ich nicht einmal auf die unterschiedlichen Vorstellungen über

⁴³ Vgl. auch Cairo Declaration on Human Rights in Islam (1990), Art. 1a.

⁴⁴ Ebenda.

⁴⁵ Heller, Menschenwürde in interreligiöser Perspektive, Vortrag an der KPH Wien/Krems (6. Mai 2015), 7.

⁴⁶ Ebenda, 8.

⁴⁷ Ebenda, 10.

die Gleichheit des Menschen eingegangen, wie sie beispielsweise im Kastenwesen deutlich werden.

4. Die Verankerung der Menschenwürde im internationalen Menschenrechtsschutz

Angesichts dieser inhaltlichen Divergenzen im Bereich des nationalen Rechts und der religiösen Überzeugungen überrascht es, dass die Mitglieder der Vereinten Nationen in der Präambel der UN-Charta ihren Glauben an die Würde und den Wert der menschlichen Persönlichkeit sowie an die Gleichberechtigung bekräftigen.⁴⁸ Dieses fundamentale Bekenntnis auf internationaler Ebene bot außerdem den Ausgangspunkt für zahlreiche nachfolgenden Menschenrechtsinstrumente.⁴⁹ So wurde das Bekenntnis zur Menschenwürde in der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte aufgegriffen⁵⁰, die allem voran die angeborene Würde und die gleichen und unveräußerlichen Rechte aller Mitglieder der menschlichen Gemeinschaft anerkennt.⁵¹ Nach Art. 1 der Erklärung sind alle Menschen frei und gleich an Würde und Rechten geboren. Art. 22 stellt den Bezug zu den wirtschaftlichen und sozialen Rechten her, indem ein Recht auf soziale Sicherheit und der Anspruch eines jeden anerkannt wird, in den Genuss der wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Rechte zu gelangen, welche für die Würde des Menschen unentbehrlich sind. Auch soll jeder, der arbeitet, das Recht auf eine Entlohnung haben, die eine *menschenwürdige* Existenz sichert (Art. 23 (3) AEMR).

Während es sich bei der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte um eine per se rechtlich unverbindliche Resolution der Generalversammlung handelte, wurde der Menschenwürdeschutz auch in den beiden universellen Menschenrechtspakten von 1966 rezipiert. Beide Pakte bekräftigen in ihren Präambeln, dass sich die Menschenrechte aus der dem Menschen innewohnenden Würde herleiten. Allen Dokumenten ist gemeinsam, dass darin die Menschenwürde als vorgefunden anerkannt wird.⁵²

⁴⁸ Zuvor bereits: Dijon Declaration (1936); American Jewish Committee's Declaration of Human Rights (1944).

⁴⁹ Wiederholungen dieser Formel finden sich in zahlreichen Präambeln internationaler Menschenrechtsverträge: Internationaler Pakt über bürgerliche und politische Rechte (1966); Internationaler Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (1966); Supplementary Convention of the Abolition of Slavery, the Slave Trade, and Institutions and Practices Similar to Slavery (1957).

⁵⁰ Zuvor bereits: American Declaration of the Rights and Duties of Man (1948), Präambel: „All men are born free and equal, in dignity and in rights.“. Sowie: ILO Declaration of Philadelphia: Declaration concerning the Aims and Purposes of the International Labour Organisation (1944).

⁵¹ Zur Entstehungsgeschichte und den philosophischen Grundlagen vgl. Dicke, The Founding Function of Human Dignity in the Universal Declaration of Human Rights, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse, The Hague 2002, 111 ff.

⁵² So für die AEMR: Dicke, The Founding Function of Human Dignity in the Universal Declaration of Human Rights, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse, The Hague 2002, 111 (113).

Das Bekenntnis zur angeborenen Menschenwürde ist auf diese Weise zur Grundlage der internationalen Ordnung insgesamt geworden. Erklären lässt sich dies in erster Linie mit den grauenvollen Unrechtserfahrungen und den menschenverachtenden Unrechtssystemen des 20. Jahrhunderts, allen voran den nationalsozialistischen Gräueltaten.⁵³ Auf diese Weise kam dem Menschenwürdebegriff – und dies ist zentral für meine weiteren Ausführungen – eine konsensbildende Funktion für die Anerkennung der internationalen Menschenrechte zu.⁵⁴

Ähnliches gilt im Übrigen für zahlreiche nationale Verfassungen, die den Begriff der Menschenwürde beim Übergang vom Totalitarismus zu liberalen Verfassungsordnungen rezipierten. Dies trifft nicht nur auf das Grundgesetz zu, sondern auch auf die italienische⁵⁵ und japanische Verfassung⁵⁶, später dann auf die verfassungsrechtliche Neuordnung in Griechenland⁵⁷, Portugal⁵⁸ und Spanien.⁵⁹ Auch die zentrale Bedeutung der Menschenwürde in der südafrikanischen Verfassung nach Ende des Apartheid-Regimes, steht für die Abkehr von fundamentalem Unrecht.⁶⁰ In Mittel- und Südosteuropa fand der Menschenwürdebegriff dementsprechend nach Ende des kommunistischen Regimes Eingang in die dortigen Verfassungen. Beispielhaft zu nennen sind Ungarn⁶¹, die Tschechische Republik⁶² und Polen⁶³. Kurzum, dem Bekenntnis zur Menschenwürde kam nach schweren Unrechtserfahrungen national und international wiederholt die Funktion eines Katalysators bei der grundlegenden Umgestaltung der politischen Ordnung zu.⁶⁴

⁵³ *Arieli*, On the Necessary and Sufficient Conditions for the Emergence of the doctrine of the dignity of man and his rights. In: Kretzmer, D. / Klein, E. (Hrsg.) *The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse*, 1; *Morsink*, World War Two and the Universal Declaration, 1993 *Human Rights Quarterly* 15, 357ff.; *Dicke*, Zum Politikprogramm der Allgemeine Erklärung, in: Vereinte Nationen 1998, Heft 6, 191 ff..

⁵⁴ So auch *Neuman*, Discourses of Dignity, in: McCrudden, C. (Hrsg.) *Understanding Human Dignity*, Oxford 2014, 637 (643).

⁵⁵ Verfassung der Italienischen Republik (1948), Art. 3, 27, 41.

⁵⁶ Verfassung des Kaiserreiches Japan (1946), Art. 24.

⁵⁷ Verfassung der Griechischen Republik (1975), Art. 7.

⁵⁸ Verfassung der Portugiesischen Republik (2001), Art. 1, 26, 59.

⁵⁹ Verfassung des Königreiches Spanien (1978), Art. 10.

⁶⁰ Verfassung der Republik Südafrika (1996), Art. 1, 7, 10, 35, 37, 39.

⁶¹ Ungarisches Grundgesetz (2011), Art. II und Art 37 IV.

⁶² Vgl. Präambel der Verfassung der Tschechischen Republik (1992); Deklaration der Grundrechte und –freiheiten der Tschechischen Republik (1992), Art 10.

⁶³ Vgl. Verfassung der Republik Polen (1997), Präambel, Art. 30, 41.

⁶⁴ Vgl. I.-IV. Genfer Abkommen vom 12. August 1949 (1949), Präambel, Art. 3; Zusatzprotokoll I zu den Genfer Abkommen vom 12. August 1949 über den Schutz der Opfer internationaler bewaffneter Konflikte (1977), Art. 75 II (b), Art. 85 IV (c); Zusatzprotokoll II zu den Genfer Abkommen vom 12. August 1949 über den Schutz der Opfer nicht internationaler bewaffneter Konflikte (1977), Art. 4 II (e); ILO Declaration of Philadelphia: Declaration concerning the Aims and Purposes of the International Labour Organisation (1944); Verfassung der Organisation für Bildung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) (1945), Präambel; Allgemeine Erklärung der kulturellen Vielfalt (UNESCO) (2001), Art. 4; Römisches Statut des Internationalen Strafgerichtshofs (2002) Art. 8 (2) (b) (xxi); 8 (2)(c) (ii).

Daher verwundert es nicht, dass außer in den bereits genannten internationalen Dokumenten auf die Menschenwürde auch in zahlreichen weiteren Menschenrechtsabkommen, seien diese nun international⁶⁵ oder regional,⁶⁶ Bezug genommen wird.⁶⁷ In den speziellen Menschenrechtsabkommen ist dies insbesondere dort der Fall, wo es um den Schutz von besonders schutzbedürftigen Personen geht, wie z.B. in der Kinderrechtskonvention⁶⁸ und dem Übereinkommen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen.⁶⁹

Der Schutz der Menschenwürde ist so auch zum Gradmesser für die Annahme neuer Menschenrechtsabkommen geworden. Die UN-Generalversammlung hat im Jahr 1986 die Staaten dazu aufgefordert, bei der Ausarbeitung neuer Menschenrechtsinstrumente darauf zu achten, dass diese von grundlegender Natur sind und sich aus der angeborenen Würde und dem Wert der menschlichen Person herleiten.⁷⁰ Auch hierauf werde ich später noch einmal zurückkommen.

An dieser Stelle lassen sich aber bereits folgende Gemeinsamkeiten feststellen. Alle genannten internationalen Dokumenten stimmen insoweit überein als die Bezugnahme auf die Menschenwürde vorwiegend in den Erwägungsgründen der Präambeln⁷¹ und damit außerhalb des rechtsverbindlichen Regelungsteils erfolgt.

⁶⁵ Internationale Konvention zum Schutz der Rechte aller Wanderarbeitnehmer und ihrer Familienangehörigen (1990), Art. 70.

⁶⁶ Charter of the Organization of American States (1951), Kapitel VII; American Convention on Human Rights (1978), Art. 5, 6, 11; Inter-American Convention on the Prevention, Punishment and Eradication of Violence against Women (1994), Präambel; Afrikanischen Charta der Menschenrechte und Rechte der Völker (1986), Art. 5; Arabische Charta der Menschenrechte (2004), Art. 1. Eine Ausnahme bildet die EMRK. Erst das 13. ZP nimmt Bezug auf die Menschenwürde (Abschaffung der Todesstrafe); Dreizehtes Zusatzprotokoll zur Europäischen Menschenrechtskonvention (2003); Charta der Grundrechte der Europäischen Union (2009), Art 1, 25, 31.

⁶⁷ Vgl. Übereinkommen zur Beseitigung jeder Form von Diskriminierung der Frau (1979), Präambel; Internationales Übereinkommen zum Schutz aller Personen vor dem Verschwindenlassen (2010), Art. 19 (2), 24 (5c); auch: KSZE-Schlussakte von Helsinki (1975), Prinzip VII; ILO Declaration of Philadelphia: Declaration concerning the Aims and Purposes of the International Labour Organisation (1944) (Präambeln zahlreicher ILO Konventionen, z.B.: C 111 Discrimination (Employment and Occupation) Convention (1958); C 122 Employment Policy Convention (1964); C 156 Workers with Family Responsibilities Convention (1981).

⁶⁸ Vgl. Konvention über die Rechte des Kindes (1989), Präambel, Art. 23, 28, 37, 39, 40. So fordert Art 40 der Konvention ein Umfeld, welches die Würde des Kindes fördert.

⁶⁹ Vgl. Übereinkommen der Vereinten Nationen über die Rechte von Menschen mit Behinderungen (2008), Präambel, Art. 1, 3, 8, 16, 24, 25 (d).

⁷⁰ UNGA Res 41/120 (1986): „Invites Member States and United Nations bodies to bear in mind the following guidelines in developing international instruments in the field of human rights; such instruments should, inter alia: (b) Be of fundamental character and derive from the inherent dignity and worth of the human person.“, Rn. 4.

⁷¹ Vgl. Übereinkommen zur Beseitigung jeder Form von Diskriminierung der Frau (1979); Übereinkommen der Vereinten Nationen gegen Folter und andere grausame, unmenschliche oder erniedrigende Behandlung oder Strafe (1987).

Die Menschenwürde übernimmt daher in erster Linie eine Begründungsfunktion für die Kodifikation der Menschenrechte.⁷² Hingegen ist sie in den internationalen Abkommen nicht als eigenes Recht konzipiert.⁷³ In einigen Abkommen findet sich zwar eine Bezugnahme auf die Würde des Menschen im operativen Teil, allerdings nur in Bezug auf bestimmte Rechte, wie z.B. in Art. 10 des Zivilpakts. Dort heißt es: „Jeder, dem seine Freiheit entzogen ist, muss menschlich und mit Achtung vor der dem Menschen innewohnenden Würde behandelt werden.“⁷⁴

5. Der Menschenwürdeschutz in der Auslegungspraxis des UN Menschenrechtsausschusses

Wenn ich mich nach diesem textlichen Befund im Folgenden der Frage widme, welcher Sinngehalt und welche Funktion der Menschenwürde in der internationalen Rechtsprechungspraxis zukommt, werde ich mich auf den Internationalen Pakt über bürgerliche und politische Rechte konzentrieren, also den Pakt, der Gegenstand der Spruchpraxis des UN Menschenrechtsausschusses ist. Dies ist zum einen der Tatsache geschuldet, dass der Pakt mit seinem umfassenden Katalog bürgerlicher und politischer Rechte der Europäischen Menschenrechtskonvention am ehesten vergleichbar ist. Zum anderen habe ich mich mit dem Zivilpakt in den vergangenen Jahren besonders intensiv beschäftigt.

Von Bedeutung ist die Menschenwürde u.a. für den Schutz der körperlichen Integrität und die Behandlung von Inhaftierten. Bei der Auslegung des oben zitierten Art.10 hat der Menschenrechtsausschuss darauf hingewiesen, dass Inhaftierten grundsätzlich derselbe Würdeschutz zukommt wie Personen in Freiheit.⁷⁵ Für eine Verletzung von Art. 10 ist nach der Auslegung des Ausschusses indes ein gewisser Schweregrad unmenschlicher Behandlung erforderlich.⁷⁶ Dies erfordert eine Betrachtung der Gesamtumstände einschließlich der Art der Behandlung, der

⁷² Vgl. z.B. die Präambel der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte (1948): „Da die Anerkennung der angeborenen Würde [...] die Grundlage für Freiheit, Gerechtigkeit und Frieden in der Welt bildet“; Vgl. auch IPBPR und IPWSKR. Dicke spricht von der Legitimationsfunktion der Menschenwürde für die Menschenrechte: *Dicke, The Founding Function of Human Dignity in the Universal Declaration of Human Rights*, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) *The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse*, The Hague 2002, 111 (119).

⁷³ Eine Ausnahme bilden Art. 11(1) der Amerikanischen Menschenrechtskonvention (1978); und Art. 5 der Afrikanischen Charta der Menschenrechte und Rechte der Völker (1986).

⁷⁴ Einen vergleichbaren Wortlaut mit Bezug auf die Menschenwürde sucht man in der UN-Antifolterkonvention (1987) vergeblich.

⁷⁵ MRA, General Comment No. 21: Article 10 (Humane Treatment of Persons deprived of their Liberty) (10. April 1992), UN Dok HRI/GEN/1/Rev.9 (Vol. I), Rn. 3.

⁷⁶ MRA, *Brough v. Australia*, Communication No. 1184/2003 (17. März 2006), Rn. 9.2: „Inhuman treatment must attain a minimum level of severity to come within the scope of article 10 of the Covenant.“

Dauer, der physischen und psychischen Folgen und des Gesundheitszustands des Inhaftierten.⁷⁷ Dabei hat der Ausschuss ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Gebot menschenwürdiger Behandlung unabhängig von den dem Staat zur Verfügung stehenden Finanzmitteln ist.⁷⁸ Dies unterstreicht, dass es sich hier lediglich um globale Mindeststandards handeln kann. Im Gegenzug sind diese aber unabdingbar.⁷⁹ Sobald die Schwelle der menschenunwürdigen Behandlung erreicht ist, gilt der Schutz des Art. 10 absolut und ist notstandsfest, selbst in Bürgerkriegssituationen. Begründet wird dies mit Verweis auf die Menschenwürde allgemein.⁸⁰ Dahinter stehen Überlegungen zu deren Unverbrüchlichkeit.

Dass die Menschenwürde darüber hinaus auch unveräußerlich ist, hat der Ausschuss in der *Wackenheim* Entscheidung anerkannt. Damals hatte Frankreich unter Berufung auf das Verbot unmenschlicher Behandlung und auf die Menschenwürde sogenannte Zwergerwurf-Veranstaltungen verboten.⁸¹ Zuvor war der kleinwüchsige Beschwerdeführer bei einem Event-Veranstalter beschäftigt und ließ sich von Besuchern gegen Bezahlung auf ein Luftpolster schleudern. Gegen das staatliche Verbot dieser Tätigkeit machte er, nachdem er in der Folgezeit seine Arbeit verlor, geltend, dass er dadurch diskriminiert werde. Das Verbot, so seine Begründung, stelle einen Angriff auf seine Würde dar, da er nun keine Arbeit mehr finden könne. Seiner Argumentation lag offenbar ein anderes Würdeverständnis zugrunde als dem staatlichen Verbot, welches demgegenüber die Tätigkeit als solche als menschenunwürdig bewertete.

Der UN-Menschenrechtsausschuss, der nach erfolgloser Erschöpfung des innerstaatlichen Rechtswegs⁸² angerufen wurde, hielt das Verbot aus zwingenden Gründen

⁷⁷ Ebenda.

⁷⁸ MRA, General Comment No. 21: Article 10 (Humane Treatment of Persons deprived of their Liberty) (10. April 1992), UN Dok HRI/GEN/1/Rev.9 (Vol. I), Rn. 4: "Consequently, the application of this rule, as a minimum, cannot be dependent on the material resources available in the State party." Aus Anlass einer gegen Nepal gerichteten Beschwerde hat der Ausschuss das Argument zurückgewiesen, dass die notwendigen Haftbedingungen unter Berücksichtigung des jeweiligen Kontexts in einem Staat zu bestimmen seien: MRA, *Giri v. Nepal*, Communication No. 11761/2008 (24 März 2011), Rn. 7.9.

⁷⁹ MRA, General Comment No. 29: Article 4 (Derogations during a States of Emergency) (31. August 2001) UN Dok CCPR/C/21/Rev.1/Add.11, Rn. 13 (a) „All persons deprived of their liberty shall be treated with humanity and with respect for the inherent dignity of the human person. Although this right, prescribed in article 10 of the Covenant, is not separately mentioned in the list of non-derogable rights in article 4, paragraph 2, the Committee believes that here the Covenant expresses a norm of general international law not subject to derogation. This is supported by the reference to the inherent dignity of the human person in the preamble to the Covenant and by the close connection between articles 7 and 10."

⁸⁰ Ebenda.

⁸¹ Zur Problematik vgl. auch: EuGH, Omega Entscheidung, Urteil vom 14. Oktober 2004 (Erste Kammer), Rechtssache C-36/02, ECLI:EU:C:2004:614; VG Neustadt, Beschluss vom 21.5.1992, NVwZ 1993, 98.

⁸² Conseil d'Etat, Assemblée, Nr. 136727 (27 Oktober 1995) Commune de Morsang-sur Orge.

nder öffentlichen Ordnung, die im Zusammenhang mit der Würde des Menschen stehen, für gerechtfertigt.⁸³ Damit erkannte der Ausschuss die besondere Schutzbedürftigkeit von Minderheiten an. Deren wirksamer Schutz schließt es auch aus, dass einzelne Mitglieder in ihre menschenunwürdige Behandlung einwilligen. Ansonsten könnte die Achtung der Gesellschaft vor kleinwüchsigen Menschen unterlaufen werden.⁸⁴

Auch wenn der Ausschuss hier keine weiteren Ausführungen zum Begriff der Menschenwürde machte, so deutet sich doch ein Würdeverständnis an, welches Parallelen zur sogenannten Objektformel aufweist.⁸⁵ Kleinwüchsige Personen werden bei solchen Veranstaltungen zum bloßen Wurfbjekt degradiert. Ihre Instrumentalisierung widerspricht der Achtung der jeder Person innewohnenden Wertigkeit, und zwar selbst dann, wenn der Betroffene dies anders sieht. In Immanuel Kants Worten: „der Mensch kann von keinem Menschen [...] bloß als Mittel, sondern muss jederzeit zugleich als Zweck gebraucht werden und darin besteht seine Würde.“⁸⁶ Zwar hat sich der Ausschuss zu diesen Erwägungen nicht weiter geäußert. Die Entscheidung lässt sich aber entsprechend begründen.

Ein weiterer Fall, in dem dieser Begründungszusammenhang relevant wurde, ist ein Ausweisungsfall. Der Beschwerdeführer war ein Jamaikaner, der 19 Jahre lang in Kanada gelebt hatte, an paranoider Schizophrenie litt und daher regelmäßig Medikamente benötigte. Als er obdachlos wurde, hatte er jedoch Probleme bei der regelmäßigen Medikamenteneinnahme.⁸⁷ Daher erlitt er psychotische Rückfälle und bedrohte in einer solchen Situation einen anderen mit einer Schusswaffe. Nachdem er 80 Tage lang in Untersuchungshaft inhaftiert war, verurteilte ihn ein Strafrichter schließlich zu lediglich einem weiteren Tag Freiheitsentzug. Später wurde der Beschwerdeführer dann, obgleich er auf die Unterstützung seiner Familie in Kanada angewiesen war, unter Verweis auf die begangene Straftat von der zuständigen Behörde ausgewiesen.

⁸³ MRA, *Wackenheim v. France*, Communication No. 854/1999 (26 Juli 2002), Rn. 7.4.

⁸⁴ *Neuman*, Discourses of Dignity, in: McCrudden, C. (Hrsg.) *Understanding Human Dignity*, Oxford 2014, 637 (644)

⁸⁵ Zur Objektformel vgl. *Wintrich*, Über Eigenarten und Methoden verfassungsgerichtlicher Rechtsprechung, in: Festschrift für Herrn Geheimrat Professor Dr. Wilhelm Laforet anlässlich seines 75. Geburtstages, München 1952, 227 (235 f.): „Da die Gemeinschaft sich aus freien eigenständigen Personen aufbaut, die durch ihr Zusammenwirken das Gemeinschaftsgut verwirklichen, muß aber der Mensch auch in der Gemeinschaft und ihrer Rechtsordnung immer „Zweck an sich selbst“ (Immanuel Kant) bleiben, darf er nie zum bloßen Mittel eines Kollektivs, zum bloßen Werkzeug oder zum rechtlosen Objekt eines Verfahrens herabgewürdigt werden. Vgl. auch: *Dürig*, Der Grundrechtssatz von der Menschenwürde, Archiv des öffentlichen Rechts 1956, Vol. 81, No.2, 117 ff.; BVerfGE 27, 2 (6); BVerfGE 45, 187 (228), BVerfGE 115, 118 (121).

⁸⁶ *Kant*, Die Metaphysik der Sitten. Zweiter Teil: Metaphysische Anfangsgründe der Tugendlehre, 1797, § 38.

⁸⁷ MRA, *A.H.G. v. Canada*, Communication No. 2091/2011 (25. März 2015).

Gegen diese Entscheidung rief er nach Rechtswegerschöpfung in Kanada den Menschenrechtsausschuss an.

Aus Sicht des Ausschusses ließ sich zunächst erwägen, die unzureichende medikamentöse Versorgung und das Leben, welches den Beschwerdeführer in Jamaika erwartete, als unmenschlich zu bewerten und Kanada deshalb die Ausweisung zu untersagen. Allerdings leben viele Millionen, wenn nicht gar Milliarden Menschen unter teilweise weit schwierigeren Bedingungen. Würde man dies generell als menschenunwürdig bezeichnen, müsste man eine Großzahl von Vertragsstaaten für unmenschliche Behandlung in ihren Ländern verantwortlich machen. Der Menschenrechtsausschuss beschritt daher einen anderen Weg. Er stellte nicht auf die Situation in Jamaika, sondern auf die Behandlung des Beschwerdeführers durch die kanadischen Behörden ab und sah darin eine Verletzung des Verbots grausamer, unmenschlicher bzw. erniedrigender Behandlung gem. Art.7 IPBPR. Dieses Verbot habe zum Ziel, die Würde sowie die psychische und physische Integrität des einzelnen zu schützen.⁸⁸

Basierend auf einer Gesamtschau der konkreten Umstände sah der Ausschuss das Verbot in dem Fall als verletzt an: Kanada hatte den Beschwerdeführer trotz seiner besonderen Schutzwürdigkeit kurzerhand abgeschoben, obwohl er nur einmal straffällig und lediglich zu einer geringfügigen Strafe verurteilt worden war. Hinzu kam, dass die Tat nachweislich in Zusammenhang mit seiner Schizophrenie stand und die Gefahr einer Rückfälligkeit durch regelmäßige Medikamentengabe verhindert werden konnte. In dieser Situation und nachdem der Beschwerdeführer 19 Jahre lang in Kanada gelebt hatte, sah der Ausschuss, in dem kanadischen Vorgehen eine Verletzung des Verbots unmenschlicher Behandlung.

In anderen Worten: Kanada hatte in einer Situation, wo das Strafgericht die Schwere der Tat offenbar als gering erachtet hatte, die prekäre Situation des psychisch erkrankten Beschwerdeführers und die Möglichkeit, dass eine regelmäßige Medikamenteneinnahme weitere Vergehen verhindern würde, unzureichend bedacht und ihn routinemäßig ausgewiesen. Ohne Erwägung seiner besonderen Schutzbedürftigkeit behandelten ihn die Behörden lediglich als abstrakte Gefahrenursache und machten ihn so zum bloßen Objekt staatlicher Autorität ohne seine besondere Hilfsbedürftigkeit zu berücksichtigen.⁸⁹

Wiederum zeigen sich hier Parallelen zur Objektformel. Deren Anwendung qualifiziert freilich nicht jede Ausweisung als unmenschlichen Akt, aber die Tatsache, dass die Ausweisungsentscheidung getroffen wurde, ohne die besonders schutz-

⁸⁸ Vgl. auch: MRA, General Comment No. 20: Article 7 (Prohibition of Torture, or other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment) (10. März 1992), UN Dok HRI/GEN/Rev.9 (Vol. I), Rn. 2.

⁸⁹ Vgl. Sondervotum *Seibert-Fohr* zu: MRA, *A.H.G. v. Canada*, Communication No. 2091/2011 (25. März 2015).

würdige Lage des Beschwerdeführers und alternative Maßnahmen überhaupt in Erwägungen zu ziehen, zeigt einen Mangel an Respekt vor der Würde des psychisch erkrankten Betroffenen.

Schließlich können Erwägungen zur Menschenwürde auch im Fall der Diskriminierung relevant werden. Ein Beispiel dafür ist der Fall *Lecraf gg. Spanien*.⁹⁰ In dem Fall war die Beschwerdeführerin, die die spanische Staatsbürgerschaft erworben hatte, während einer Reise mit ihrem Mann und Sohn ausschließlich wegen ihrer Hautfarbe von der Polizei auf dem Bahnhof aus einer Menschenmenge zur Überprüfung ihrer Papiere herausgegriffen worden. Zur Begründung verwies der Polizeibeamte auf ihr Aussehen und machte geltend, dass er angehalten sei, Personen wie die Beschwerdeführerin zu kontrollieren, weil viele von ihnen illegale Einwanderer seien.

Der Ausschuss sah darin eine Diskriminierung und verwies darauf, dass das Herausgreifen einzelner Personen aufgrund ihrer Hautfarbe oder ethnischen Herkunft die Würde der betroffenen Person antaste. Der Fall zeigt, dass die Würde des einzelnen nicht nur bei schweren Eingriffen in die physische und psychische Integrität betroffen ist, sondern, wie im bereits genannten Ausweisungsbeispiel, auch in Fällen von Ausgrenzung.

6. Synthese: Funktion und Inhalt der Menschenwürdegarantie im Zivilpakt

Die Fallübersicht zeigt, dass es im internationalen Menschenrechtsschutz mehr Übereinstimmung über den Begriff der Menschenwürde gibt als man dies zunächst annehmen mag. Die Achtung der Menschenwürde verlangt allem voran einen grundlegenden Schutz der körperlichen sowie geistig-seelischen Integrität, so wie es im Folterverbot zum Ausdruck kommt. Sie schützt vor Demütigung, Herabwürdigung und Erniedrigung.⁹¹ Dies manifestiert sich u.a. im Verbot von Sklaverei und Leibeigenschaft. Die Achtung der Menschenwürde spielt darüber hinaus überall dort eine Rolle, wo sich Menschen in einer Situation besonderer Verletzlichkeit befinden, wie z.B. während der Inhaftierung.⁹² Wenn der Mensch nicht zum bloßen Objekt staatlichen Handelns werden darf, so gebietet dies auch, die besondere Schutzwürdigkeit von Personen mit Behinderungen und von Angehörigen von Minderheiten zu berücksichtigen.

⁹⁰ *MRA, Lecraf v. Spain*, Communication No. 1493/2006 (27. Juli 2009).

⁹¹ *MRA, Pustovoit v. Ukraine*, Communication No. 1405/2005 (20. März 2013) ; *MRA, Zinsou v. Benin*, Communication No. 2055/2011 (18. Juli 2014), Rn. 7.2.

⁹² Darüber hinaus schützt sie vor Ausgrenzung. Der Ausschuss hat daher in einer langandauernden Isolierhaft eine Verletzung von Art.7 IPBPR gesehen *MRA, Orikov v. Uzbekistan*, Communication No 2317/2013, para 10.4; *MRA, Evans v. Trinidad and Tobago*, Communication No. 908/2000 (21. März 2003).

Es geht somit um einen fundamentalen Achtungsanspruch eines jeden, der zweifelsohne universalisierbar ist. Dies wird nicht nur durch den Religionsvergleich am Anfang dieses Beitrags bestätigt. Der Achtungsanspruch liegt, selbst wenn es hierbei nur um die Sicherung von Mindestgarantien geht und sich dieser weltweit nicht ohne Weiteres quantifizieren lässt, auch vielen Entscheidungen des Menschenrechtsausschusses zugrunde.

Aufgrund der Vielfalt der Lebensbedingungen weltweit scheint mir daher der Gedanke der Ausgrenzung für die Frage, ob der einzelne in seiner Würde verletzt ist, ganz entscheidend. Wenn einzelne Personen herausgegriffen und benachteiligt werden, ohne dass sich dies auch nur ansatzweise rational begründen lässt, oder wenn Personen aufgrund ihrer Abstammung oder ihres Aussehens degradiert werden, so steht dieser fundamentale Achtungsanspruch in Frage. Mit dieser Betrachtung lässt sich die Menschenwürde auch in einer pluralen Welt auf eine universell geltende Formel bringen.

Wenn diese Überlegungen in der Regel unausgesprochen bleiben, so liegt das daran, dass ein Rückgriff auf die Menschenwürde meist deshalb entbehrlich ist, weil sie bereits in den einzelnen im Zivilpakt verbrieften Rechten ihren konkreten Ausdruck gefunden haben. Dies entspricht der bereits erwähnten Begründungsfunktion.⁹³ Der Gehalt der Menschenwürde entfaltet sich über die einzelnen Rechte. Daher spielt sie in der internationalen Spruchpraxis nur gelegentlich eine Rolle, nämlich dann wenn es um besondere Auslegungsfragen geht, wie z.B. bei der Feststellung einer unmenschlichen erniedrigenden Behandlung.⁹⁴ Mitunter wird auf die Menschenwürde auch zur Verstärkung verwiesen, um den Befund einer Menschenrechtsverletzung zu unterstreichen.⁹⁵ Darüber hinaus liegt die Achtung der Menschenwürde vielen Entscheidungen unausgesprochen zugrunde. Dabei kommt ihr für den internationalen Menschenrechtsschutz in erster Linie eine Orientierungsfunktion zu. Wenn dies meist unausgesprochen bleibt, so deutet dies darauf hin, dass es sich hier nicht um das Ergebnis eines formalen Ableitungsprozesses handelt, dem abstrakte Überlegungen über die Menschenwürde vorangestellt werden. Was unter Menschenwürde verstanden wird, ergibt sich vielmehr in aller Regel aus einer Be-

⁹³ Bielefeldt sieht in der Menschenwürde einen Orientierungsrahmen, der einen Sinnzusammenhang der Menschenrechte schafft, vgl.: *Bielefeldt*, Menschenwürde: Der Grund der Menschenrechte, Deutsches Institut für Menschenrechte, Berlin, 2008, 20.

⁹⁴ Zur Auslegungsfunktion der Menschenwürde in Bezug auf konkrete Rechte vgl.: *Carozza*, Human Dignity, in: Shelton, D. (Hrsg.) *The Oxford Handbook of International Human Rights Law*, Oxford 2015, 345 (353).

⁹⁵ McCrudden, Human Dignity and Judicial Interpretation of Human Rights, *EJIL* 2008, Vol. 19, No. 4, 655 (681); Vgl. auch CESCR, General Comment No. 4: The Right to Adequate Housing (13 December 1991) UN Dok E/1992/23, Rn. 7; CEDAW, General Recommendation No. 21: Equality in Marriage and Family Relations (1994) UN Dok A/49/38, Rn. 16. So auch für die EMRK: Costa, Human Dignity in the Jurisprudence of the European Court of Human Rights, in: McCrudden, C. (Hrsg.) *Understanding Human Dignity*, Oxford 2014, 393 (400).

trachtung der konkreten Behandlung. Offenbar lässt sich hierbei leichter Einigkeit erzielen als im Abstrakten.

Damit kommen wir zu einem weiteren Aspekt der internationalen Menschenwürdegarantie, dem Konsens als wesentlichem Element völkerrechtlicher Verbindlichkeit. Aus dem Sein kann nur insoweit auch ein positiv-rechtliches Sollen abgeleitet werden, als es Eingang in das positive Recht gefunden hat. Es würde dem fundamentalen Achtungsanspruch jedes Menschen widersprechen, wollte man seine eigenen Vorstellungen über dieses Sein zum Maßstab des Sollens in Bezug auf andere machen. Man sollte daher den Bogen unter Berufung auf die Präambeln der internationalen Menschenrechtsinstrumente nicht überspannen. Die Menschenwürde kann nicht als Blaupause für den internationalen Menschenrechtsschutz erhalten. Zentraler Ausgangspunkt bleibt der in diesen Dokumenten anerkannte konkrete Normenkatalog. Wenn darin kein allgemeines Recht auf Achtung der Menschenwürde verbrieft ist, kann der Menschenwürde auf internationaler Ebene auch keine Ergänzungsfunktion zur Annahme neuer Rechte zukommen.⁹⁶ Das bedeutet nicht, dass die Abkommen nicht entwicklungssoffen wären, aber eben nur im Rahmen des jeweiligen Normtextes.

Wenn ich anfangs davon sprach, dass der Menschenwürde nach schweren Unrechtserfahrungen eine konsensbildende Funktion bei der Annahme der Menschenrechtspakte zukam, so bedeutet dies im Gegenzug, dass wir diese konsensbildende Funktion nicht durch eine ausufernde Auslegung fernab jeder Einvernehmlichkeit in Frage stellen sollten. Berücksichtigt man, dass in anderen religiös- kulturellen Kontexten das Leben in der Gemeinschaft einen hohen Stellenwert hat, ist fraglich, ob sich der Menschenwürdebegriff in den Internationalen Menschenrechtspakten auf ein Primat der Autonomie reduzieren lässt. Zurückhaltung ist jedenfalls dann geboten, wenn aus der Menschenwürde ein allumfassendes universelles Selbstbestimmungsrecht hergeleitet werden soll, welches über die in den Pakten anerkannten Rechten hinausgeht.

Ähnlich fehlgeleitet wäre meines Erachtens die Postulierung eines allumfassenden Gleichheitsgrundsatzes auf internationaler Ebene.⁹⁷ Die Diskriminierungsverbote in den internationalen Menschenrechtsabkommen beziehen sich nicht ohne Grund auf bestimmte persönliche Merkmale, wie z.B. die ethnische Herkunft. Sie verbieten eine Unterscheidung auf der Grundlage dieser Merkmale, weil eine solche Anknüpfung mit der Achtung des jedem Menschen angeborenen gleichen Werts unvereinbar wäre. Ob darüber hinaus auch alle anderen Formen der Ungleichbehandlung menschenrechtswidrig sind, die keinen Bezug zur Menschenwürde

⁹⁶ So auch: *Dicke*, The Founding Function of Human Dignity in the Universal Declaration of Human Rights, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) *The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse*, The Hague 2002, 111 (118).

⁹⁷ *Seibert-Fohr*, The Rise of Equality in International Law and its Pitfalls: Learning from Comparative Constitutional Law, 35 *Brooklyn Journal of International Law* 2010, 1 ff.

aufweisen, bleibt fraglich. Meines Erachtens sollte uns die Rückbesinnung auf die Menschenwürde als Orientierungsgröße für den internationalen Menschenrechtsschutz zu einer Konzentration auf das Wesentliche veranlassen.⁹⁸ Sie kann daher nicht nur als Gradmesser für die Annahme neuer Menschenrechtsabkommen dienen, so wie es die Generalversammlung bereits 1986 gefordert hat, sondern auch als Richtwert für die Auslegung bereits anerkannter Rechte, so dass diese nicht zu kleiner Münze verkommen.⁹⁹

Wenn das rechtliche Sollen so nur ein Teilausschnitt dessen sein kann, was wir ontologisch als Wesen des Menschen beschreiben mögen, so wird dies dem ein oder anderen als unbefriedigend erscheinen. Aber die Gesetzmäßigkeit der Natur kann für sich gesehen nicht Quelle des positiven Völkerrechts sein. Auch wenn man an der Konsensgebundenheit Anstoß nimmt¹⁰⁰, so weist das Konsensprinzip doch einen wesentlichen Vorteil auf, nämlich die Positivierung und damit die universelle Rechtsbindung und Autorität, die dem ethischen Begriff der Menschenwürde in aller Regel fehlt.¹⁰¹ Die Berufung auf die durch die Zustimmung begründete Positivität dieser Rechtsnormen schützt die Normativität des darin verbürgten Grundkonsenses. So wird der Menschenwürde auch zu einer rechtlichen Unverbrüchlichkeit verholfen. Sie vermag es, sich den Anfeindungen kultureller Relativität zur Wehr zu setzen, indem sie sich auf einen universellen Konsens berufen kann, der wesentlich zu ihrer Legitimität und ihrem Achtungsanspruch beiträgt.¹⁰² Als Rechtsbegriff hat die Menschenwürde somit eine besondere Schlagkraft.

Ausgangspunkt für uns Völkerrechtler ist daher zunächst der jeweilige Normtext und damit der universelle Konsens, der die Grundlage der menschenrechtlichen Abkommen bildet. Wenn im Internationalen Pakt über bürgerliche und politische Rechte beispielsweise die Todesstrafe nicht generell verboten ist¹⁰³, so lässt sich

⁹⁸ Anderer Ansicht Carozza, der die Bezugnahme auf die Menschenwürde als mögliche Grundlage für eine erweiternde Auslegung der in den Abkommen garantierten Rechte sieht, die ihnen neue Inhalte beimisst, in: Carozza, Human Dignity and Judicial Interpretation of Human Rights: A Reply, 2008 EJIL Vol. 19, No. 5, 931 ff.

⁹⁹ Dementsprechend hat der UN-Menschenrechtsausschuss in *Zinsou v. Benin* eine Verletzung von Art. 7 IPBPR abgelehnt, weil das Tragen einer Gefängnisuniform nicht die Würde des Häftlings in Frage stellte, vgl: MRA, *Zinsou v. Benin*, Communication No. 2055/2011 (18. Juli 2014), Rn. 7.2.

¹⁰⁰ So beispielsweise Schockenhoff, Die Achtung der Menschenwürde in der technisch-wissenschaftlichen Zivilisation, in: Rauscher, A. (Hrsg.) Handbuch der Katholischen Soziallehre, Berlin 2008, 61 (66 ff.).

¹⁰¹ Bayertz, Menschenwürde, in: Sandkühler, H.J. (Hrsg.), Enzyklopädie Philosophie, 2010, Band 1, 1553 (1557).

¹⁰² Der Ausschuss kann daher den Staaten, die sich auf religiöse Grundüberzeugungen berufen, um die Todesstrafe für Apostasie zu rechtfertigen, mit der Rechtsverbindlichkeit des Pakts entgegenen, ohne sich auf Fragen der kulturellen Diversität einlassen zu müssen.

¹⁰³ Art. 6 (2) IPBPR: „In Staaten, in denen die Todesstrafe nicht abgeschafft worden ist, darf ein Todesurteil nur für schwerste Verbrechen auf Grund von Gesetzen verhängt werden, die zur Zeit der Begehung der Tat in Kraft waren und die den Bestimmungen dieses Paktes und der Konvention über die Verhütung und Bestrafung des Völkermordes nicht widersprechen.“

über diese textliche Vorgabe – auch wenn dies meinen ethischen Überzeugungen zutiefst widerstrebt – nicht einfach unter Bezugnahme auf die Menschenwürde hinweggehen, solange keine Anzeichen für einen geänderten Normkonsens bestehen, sei dies nun aufgrund einer am Wandel der Staatenpraxis orientierten einschränkenden Auslegung¹⁰⁴ oder auf der Grundlage des Zweiten Fakultativprotokolls.¹⁰⁵ Obgleich der Europäische Gerichtshof für Menschenrechte mit guten Gründen einen solchen Wandel in Europa anerkannt hat¹⁰⁶, befürchte ich, dass dieser weltweit trotz gewisser Entwicklungstendenzen noch auf sich warten lässt, so dass ein Verbot nur für die Vertragsstaaten gilt, welche dem Zweiten Fakultativprotokoll bereits beigetreten sind.

Immerhin lässt sich aber selbst auf universeller Ebene eine Konsensbildung in Bezug auf Ausnahmen von der Todesstrafe erkennen. Ein Beispiel ist das Verbot der Hinrichtung psychisch-kranker Straftäter. Auch diese Entwicklungen sind von Menschenwürdevorstellungen geprägt, welche zunehmend konsensfähig werden. Der Prozess mag länger dauern, aber die Rückbindung an den Konsens bürgt für dessen Nachhaltigkeit.

7. Schlussbetrachtung

Zusammenfassend kann ich heute einmal mehr festhalten, dass ich mit der Verankerung der Menschenwürde im Völkerrecht nicht die Weltformel in den Händen halte – oder, wie Kurt Bayertz, es formuliert, mit der Menschenwürde nicht über einen Passepartoutschlüssel für die Lösung ethischer Probleme verfüge.¹⁰⁷ Viele Fragen, die sich im ethischen Diskurs stellen, können auf völkerrechtlicher Grundlage nicht abschließend beantwortet werden. Gleichwohl hoffe ich aufgezeigt zu haben, dass die völkerrechtliche Menschenwürdegarantie keine Leerformel ist, oder gar, wie Schopenhauer es ausdrückte, ein „Schibboleth aller rat- und gedankenlosen Moralisten, die ihren Mangel an einer wirklichen oder wenigstens doch irgendetwas sagenden Grundlage der Moral hinter dem Ausdruck Würde des Menschen verstecken“.¹⁰⁸

Es steht außer Zweifel, dass mit der Anerkennung und Rezeption des Menschenwürdebegriffs ein sittlicher Wert Eingang ins positive Völkerrecht gefunden

¹⁰⁴ Vgl. dazu Art. 31 (3) Wienervertragsrechtskonvention.

¹⁰⁵ In der Präambel des Zweiten Fakultativprotokolls zum IPBPR vom 15. Dezember 1989 wird ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Abschaffung der Todesstrafe zur Förderung der Menschenwürde beiträgt.

¹⁰⁶ EGMR, *Soering v. Großbritannien*, Urteil vom 7. Juli 1989, Nr. 14038/88, Rn. 103; EGMR, *Öcalan v. Turkey* [GC], Urteil vom 12. Mai 2005, Nr. 46221/99, Rn. 163.

¹⁰⁷ Bayertz, Menschenwürde, in: Sandkühler, H.J. (Hrsg.), *Enzyklopädie Philosophie*, 2010, Band 1, 1553 (1555).

¹⁰⁸ *Schopenhauer*, Preisschrift über die Grundlage der Moral, Hamburg 1979, 522.

hat.¹⁰⁹ Dementsprechend nimmt dieser Begriff in den internationalen Menschenrechtsabkommen eine Brückenfunktion zwischen dem Recht und vorpositiven anthropologischen und ethischen Überzeugungen ein.¹¹⁰ Eine Abschottung der Auslegung des Menschenwürdebegriffs gegenüber religiösen bzw. weltanschaulichen Überzeugungen wäre daher verfehlt.¹¹¹

Andererseits können wir bei der Auslegung nicht auf ein Konglomerat religiöser Anschauungen abstellen, die sich, wie wir gesehen haben, nicht unwesentlich unterscheiden. Auch philosophische Begründungsstrategien können in all ihrer Verschiedenheit nur schwerlich Allgemeinverbindlichkeit für sich in Anspruch nehmen.¹¹² Aufgrund seiner semantischen Offenheit kann der Begriff der Menschenwürde – vermutlich war gerade diese Unbestimmtheit ein Grund für dessen Konsensfähigkeit bei der Verabschiedung der universellen Menschenrechtsabkommen¹¹³ – nicht zum Transformationsvehikel partikularer ethischer oder anthropologischer Ansichten in das Recht werden.¹¹⁴ Die inhaltliche Begriffsbestimmung der Vertragstexte kann nur auf der Grundlage der Konsensbildung erfolgen.¹¹⁵ Um wirksam zu werden, muss ihr Sinngehalt im Wege des Dialogs dieser Überzeugungen ermittelt werden.¹¹⁶

Obgleich sich ein solcher Konsens letztlich aus ethischen Grundeinstellungen speist, gilt dies aber eben nur soweit als sie in den Menschenrechtsabkommen ihren Niederschlag gefunden haben und deren Auslegung beispielsweise im UN Menschenrechtsausschuss konsensfähig ist.¹¹⁷ Dass ein Konsens möglich ist, hat die Kodifizierung der Menschenrechte in den internationalen und regionalen

¹⁰⁹ Ähnlich zum Verfassungsrecht: Dürig, Der Grundrechtssatz von der Menschenwürde, Archiv des öffentlichen Rechts 1956, Vol. 81, No.2, 117.

¹¹⁰ Ähnlich in Bezug auf das GG *Bayertz*, Menschenwürde, in: Sandkühler, H.J. (Hrsg.), Enzyklopädie Philosophie, 2010, Band 1, 1553 (1555).

¹¹¹ *Bielefeldt*, Menschenwürde: Der Grund der Menschenrechte, Deutsches Institut für Menschenrechte, Berlin, 2008, 33.

¹¹² Zur Entstehung des Menschenwürdebegriffs: *Von der Pfordten*, Menschenwürde, München, 2016.

¹¹³ *Carozza*, Human Dignity, in: Shelton, D. (Hrsg.) The Oxford Handbook of International Human Rights Law, Oxford 2015, 345 (349).

¹¹⁴ *Bayertz*, Menschenwürde, in: Sandkühler, H.J. (Hrsg.), Enzyklopädie Philosophie, 2010, Band 1, 1553 (1557)

¹¹⁵ *Neuman*, Discourses of Dignity, in: McCrudden, C. (Hrsg.) Understanding Human Dignity, Oxford 2014, 637 (648).

¹¹⁶ *Bielefeldt*, Menschenwürde: Der Grund der Menschenrechte, Deutsches Institut für Menschenrechte, Berlin, 2008, 33.

¹¹⁷ Dicke weist in Bezug auf die Allgemeine Erklärung der Menschenrechte nach, dass diese unterschiedliche Traditionen miteinander verband, ohne das Menschenwürdekonzept mit einer bestimmten Tradition zu verbinden: *Dicke*, The Founding Function of Human Dignity in the Universal Declaration of Human Rights, in: Kretzmer, D.; Klein, E. (Hrsg.) The Concept of Human Dignity in Human Rights Discourse, The Hague 2002, 111 (114 ff.).

Menschenrechtsabkommen gezeigt. Auch die Genese einer den Sinngehalt der Menschenwürde zunehmend ausdifferenzierenden Auslegungspraxis durch den plural besetzten Menschenrechtsausschuss steht für Konsensfähigkeit. Selbst wenn diese oft einzelfallbezogen ist und nicht als Produkt einer deduktiven Ableitung in Erscheinung tritt, so zeigt sie doch, dass sie sich auf gemeinsame Grundannahmen induktiv zurückführen lässt.¹¹⁸ Wenn sich dieser universelle Konsens also aus unterschiedlichen ethischen Grundannahmen speist, die offenbar einen generalisierbaren Kern aufweisen, so stellt dieser eine unverzichtbare Grundlage des internationalen Menschenrechtsschutzes dar.¹¹⁹ Pluralität bedeutet daher keineswegs Wertneutralität. Die internationale Ordnung mit ihrem Bekenntnis zu unverbrüchlichen Menschenrechten ist keine wertneutrale Ordnung.

Gleichwohl ist Zurückhaltung angebracht. Die konsensbildende Funktion des Menschenwürdebegriffs gibt uns nämlich auf, unsere ethischen Vorstellungen nicht an die Stelle eines universellen Konsenses zu setzen. Wenn dieser Konsens maßgeblich auf schwere Unrechtserfahrungen zurückgeht, so verlangt uns dieser auch bei der Auslegung eine Konzentration auf Kerngehalte ab. Ein Ausufern würde Gefahr laufen, sich außerhalb dieses Kernanliegens zu bewegen. Nur so kann der Spagat zwischen Universalitätsanspruch und Pluralität der Wertordnungen gelingen und die Menschenwürdegarantie im internationalen Menschenrechtsschutz nachhaltige Wirkung entfalten.

¹¹⁸ Für eine induktive Herleitung allgemein sprechen sich auch aus: *Addis*, Human Dignity in Comparative Constitutional Context: In Search of an Overlapping Consensus, 2 *Journal of International and Comparative Law* 2015; *Andorno*, The Paradoxical Notion of Human Dignity, 2001 *Rivista internazionale di filosofia del diritto* 78 (2), 151 (161 f.).

¹¹⁹ Bielefeldt spricht von der Resonanz der Menschenwürdeidee in unterschiedlichen religiös-weltanschaulichen Kontexten, vgl. *Bielefeldt*, Menschenwürde: Der Grund der Menschenrechte, Deutsches Institut für Menschenrechte, Berlin, 2008, 30.

Eine Historische Stadtführung durch die Braunschweiger Innenstadt

HENNING STEINFÜHRER

Stadtarchiv Braunschweig, Schlossplatz 1,
DE-38100 Braunschweig, E-Mail: henning.steinfuehrer@braunschweig.de

Seit 2017 wird im Rahmenprogramm zur jährlichen Verleihung der Gauß-Medaille eine Führung durch die Braunschweiger Innenstadt angeboten. Im Rahmen des anderthalbstündigen Stadtspaziergangs werden die Teilnehmer mit den Grundzügen der Braunschweiger Stadtgeschichte, einer Auswahl von stadtbildprägenden Bauten sowie mit den Eigenarten der Topographie der Innenstadt bekannt gemacht.¹

Der im Jahr 1031 erstmals schriftlich erwähnte Ort Braunschweig verdankt Herzog Heinrich dem Löwen und Kaiser Otto IV. ganz wesentliche Impulse in der Phase der Stadtwerdung im 12. und 13. Jahrhundert. Im späten Mittelalter und der frühen Neuzeit entwickelte sich Braunschweig zu einer autonomen Hanse- und Handelsstadt, die weitgehend unabhängig von ihren welfischen Stadtherren agierte. Diese Phase endete 1671, als sich die Bürger den Herzögen Rudolf August und Anton Ulrich unterwerfen mussten. Die vormalige Bürgerstadt wurde zur Hauptstadt des Herzogtums Braunschweig und zur Residenz umgestaltet. Mit der Abdankung von Herzog Ernst August im November 1918 wurde der Übergang zur Demokratie eingeleitet. Die Stadt war in der Folge Hauptstadt des Freistaates Braunschweig, der 1946 im Zuge der Neuordnung der Länder im neu geschaffenen Bundesland Niedersachsen aufging. Bauliche Zeugnisse dieser bewegten Vergangenheit sind trotz der erheblichen Zerstörungen des Zweiten Weltkrieges in nennenswerter Zahl erhalten geblieben.²

¹ Vgl. dazu zuletzt mit zahlreichen Abbildungen und Plänen sowie mit umfangreichen Literaturhinweisen: Wolfgang Meibeyer, Henning Steinführer und Daniel Stracke: Deutscher Historischer Städteatlas Nr. 4: Braunschweig, Münster 2014; Elmar Arnhold, Mittelalterliche Metropole Braunschweig. Architektur und Stadtbaukunst vom 11. bis 15. Jahrhundert, Braunschweig 2018.

² Eine moderne, alle Epochen einschließende Stadtgeschichte ist ein dringendes Desiderat der Forschung. Einen guten Überblick bieten Richard Moderhack, Braunschweiger Stadtgeschichte, Braunschweig 1997 sowie die auf die Stadt Braunschweig bezogenen Passagen in: Die Braunschweigische Landesgeschichte. Jahrtausendrückblick einer Region, hg. von Horst-Rüdiger Jarck und Gerhard Schildt, Braunschweig 2000.

1. Stadtmodell „Braunschweig 1671“

Der Ausgangspunkt des Stadtrundgangs ist das Stadtmodell im Erdgeschoss des Altstadtrathauses. Das in den Jahren 1878–1887 von dem Eisenbahnbeamten Hermann Meyer angefertigte und qualitativ hochwertige Modell zeigt die Stadt im Jahr 1671.³ Der Betrachter hat hier die Möglichkeit, für die Stadtentwicklung bedeutsame Faktoren zu erkennen, die im heutigen Stadtbild nicht mehr wahrgenommen werden können. Von zentraler Bedeutung ist dabei zweifellos der ursprüngliche Verlauf der Oker. Der Fluss teilte die Stadt in Süd-Nordrichtung. Aus der Kenntnis des Flusslaufs erklärt sich etwa die Lage der Burg Dankwarderode sowie der Ägidienkirche auf erhöht liegendem Gelände. Zwischen ihnen erlaubte eine Furt die Querung der Oker. Die Entwicklung der sich im Umfeld dieser beiden Kerne ausbreitenden Siedlung verlief stufenweise. Bis ins 13. Jahrhundert bildeten sich die fünf Braunschweiger Teilstädte – die sogenannten Weichbilde Altewiek, Altstadt, Hagen, Neustadt und Sack – heraus, die jeweils über ein eigenes Rathaus, einen eigenen Markt und – bis auf den Sack – eine eigene Pfarrkirche verfügten. Ein Braunschweiger Spezifikum ist die Aufteilung des Stadtgebietes zwischen zwei Bistümern. Die Oker bildete die Grenze zwischen den Diözesen Hildesheim und Halberstadt, so dass der östliche Teil der Stadt bis zur Reformation zu Halberstadt und der westliche zu Hildesheim gehörte. Durch die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erfolgte Verrohrung bzw. Trockenlegung der verschiedenen Okerarme und Gräben ist heute die einstige Bedeutung des Flusses für die Stadtentwicklung, wenn man von der die innere Stadt begrenzenden Okerumflut absieht, so gut wie nicht mehr erkennbar. Die Zerstörungen durch die massiven Bombenangriffe im Zweiten Weltkrieg und der anschließende, auf den alten Stadtgrundriss nur wenig Rücksicht nehmende Wiederaufbau, sind die Ursache dafür, dass die frühere Kleinteiligkeit und Dichte sowie die ursprüngliche Multizentralität der Innenstadt nur noch partiell, etwa im Bereich der so genannten fünf Traditionsinseln (Altstadtmarkt, Dom, Magnikirche, Michaeliskirche, Hinter Ägidien),⁴ wahrnehmbar ist.

2. Altstadtmarkt und Eulenspiegelbrunnen

Der eigentliche Rundgang beginnt auf dem Altstadtmarkt mit Erläuterungen zum Altstadtrathaus, zur Martinikirche, dem Gewandhaus sowie zum Marienbrunnen. Anhand dieser baulichen Zeugnisse lässt sich die Geschichte der mittelalterlichen

³ Vgl. dazu Richard Moderhack, Braunschweig um 1671 im Stadtmodell (Arbeitsberichte aus dem Städtischen Museum Braunschweig 29), Braunschweig 1978. Im Museum ist ein informatives Faltblatt zum Modell erhältlich. Außerdem wird das Stadtmodell durch ein modernes Luftbild und mehrere, die Stadtentwicklung vom Mittelalter bis zur Gegenwart dokumentierende Karten kontextualisiert.

⁴ Zu den Traditionsinseln Historischer Stadtatlas Braunschweig (wie Anm. 1), Begleitheft S. 27 f. sowie Tafel 8.5: Kriegszerstörungen und Traditionsinseln.

und frühneuzeitlichen Handels- und Hansestadt anschaulich vermitteln. Vom Altstadtmarkt führt der Weg entlang der Breiten Straße vorbei an Grundstücken, die ehemals von den in der Altstadt zahlreiche ansässigen Fernhändlern bewohnt wurden. Linker Hand wird das Areal des Gymnasiums Martino-Katharineum passiert, der ältesten städtischen Schule, die auf eine über 600-jährige Geschichte zurückblicken kann und zu deren Absolventen auch der wohl berühmteste Sohn Braunschweigs, Carl-Friedrich Gauß, zählte. Am Bäckerklint gibt es die Gelegenheit, den 1906 aufgestellten Eulenspiegelbrunnen näher in Augenschein zu nehmen. Der von dem jüdischen Bankier Bernhard Meyersfeld gestiftete Brunnen ist nicht nur ein bemerkenswertes Werk des Bildhauers Arnold Kramer, sondern verweist zugleich auf die besondere Verbindung zwischen Braunschweig und der literarischen Figur des Till Eulenspiegel. Darüber hinaus lässt sich im Vergleich des heutigen Erscheinungsbildes des Bäckerklints mit der Bebauung vor der Zerstörung 1944 (z. Bsp. Stegersche Mummebrauerei) die Dimension des Verlustes an historischer Bausubstanz in der Braunschweiger Innenstadt exemplarisch veranschaulichen.⁵

3. Hinter Brüdern, Andreaskirche und Alte Waage

Der Rundgang streift nun die St. Petrikirche und legt den nächsten Stopp an dem heute von der evangelischen Landeskirche genutzten Komplex der teilweise erhaltenen ehemaligen Klosteranlage der Franziskaner (Brüderkirche) ein. Eine besondere Rolle spielten Kirche und Klostergebäude in der Reformationszeit, als Johannes Bugenhagen hier die evangelische Kirchenordnung verfasste, mit deren Verkündigung die Stadt am 5. September 1528 zur Reformation übertrat. Anschließend diente die Kirche längere Zeit als Sitz des Superintendenten, also des höchsten städtischen Geistlichen.⁶

Einige Meter weiter öffnet sich der Blick vom Schild auf das Gebäude der in den 1990-er Jahre wiederaufgebauten Alten Waage am Wollmarkt, hinter der der hohe Südturm der Andreaskirche aufragt. Das zwischen 1990 und 1994 in traditioneller Holzbautechnik rekonstruierte Waagegebäude wird heute von der Volkshochschule genutzt und erinnert an die Vergangenheit als Handelsstadt und überregional bedeutender Messeplatz.⁷ Der in den Jahren nach der Reformation fertig gestellte Südturm hatte zunächst eine gotische Spitze und erreicht damit die stolze Höhe

⁵ Zum einstigen Reichtum an Baudenkmälern vgl. u.a.: Die Bau- und Kunstdenkmäler der Stadt Braunschweig, bearbeitet von Paul Jonas Meier und Karl Steinacker, Braunschweig 21926.

⁶ Zum Reformationsgeschehen in Stadt und Land Braunschweig vgl. zuletzt: Im Aufbruch. Reformation 1517–1617, hg. von Heike Pöppelmann und Dieter Rammner (Veröffentlichungen des Braunschweiger Landesmuseums 117), Dresden 2017.

⁷ Die Alte Waage in der Braunschweiger Neustadt. Ausgrabungsbefunde, Geschichte des Weichbildes Neustadt, Rekonstruktion und Platzgestaltung, hg. von Manfred R. W. Garzmann (Braunschweiger Werkstücke 87), Braunschweig 1993.

von etwas mehr als 120 Metern, damit zählte er zu den höchsten Kirchtürmen im Reich. Zugleich galt er als Wahrzeichen der auf ihre Unabhängigkeit bedachten evangelischen Stadt. Die heutige Barockhaube erhielt der Turm, von dem man eine herrliche Aussicht über die Stadt genießen kann, im Jahr 1742.⁸

Die großen Verkehrsflächen des Meinhardshofs sowie der anschließenden Kreuzung, die den Blick auf die rekonstruierte Waage und den Kirchturm ermöglichen, dokumentieren zugleich die mit dem Wiederaufbau einhergehende Abkehr vom alten Stadtgrundriss.⁹

Von der Ecke Marstall/Papenstieg, dem nächsten Haltepunkt der Führung, kann ein Blick auf die barocke Fassade des Neustadtrathauses geworfen werden, das über Jahrhunderte das Zentrum städtischer Politik war. Denn hier und nicht im Altstadtrathaus hatte der gesamtstädtische Rat zwischen dem späten Mittelalter und dem 19. Jahrhundert seinen Sitz.

4. Burgplatz und Schloss

Über den Papenstieg und die Straße Vor der Burg erreicht die Führung den Burgplatz. Der wohl berühmteste Platz der Stadt bietet mit Dom, Löwenstandbild und Burg Dankwarderode die Gelegenheit, auf Heinrich den Löwen als Förderer Braunschweigs sowie auf die große Bedeutung des Ortes für die Welfendynastie einzugehen.

Die Fortsetzung des Rundganges quert die Münzgasse, mit deren Anlage anstelle der Oker um 1900 ein neues Zentrum mit den Repräsentationsbauten für Staatsministerium, Polizei, Justiz und Stadtverwaltung geschaffen wurde. Wohl an keinem anderen Ort der Innenstadt ist die Rolle als Landeshauptstadt von Herzogtum bzw. Freistaat so erkennbar wie hier.

Auf dem Schlossplatz, der nächsten Station der Führung, wird im Angesicht der unter Verwendung von Originalteilen wiederrichteten Schlossfassade, hinter der sich heute Kultureinrichtungen wie die Stadtbibliothek oder das Stadtarchiv befinden, die Vergangenheit Braunschweigs als Residenzstadt thematisiert, die nicht zuletzt durch Museen und das Staatstheater bis heute wirkmächtig ist. Darüber hinaus ist die wechselvolle Geschichte des Schlosses selbst erzählenswert. Zunächst war in der Mitte des 18. Jahrhunderts an Stelle des ehemaligen Stadthofes der Zisterzienser ein neues, barockes Residenzschloss errichtet worden, der sogenannte Graue Hof. Dieser ging in der Revolution von 1830 in Flammen auf und wurde anschließend

⁸ Die Türme von Sankt Andreas zu Braunschweig, hg. von Peter Albrecht und Henning Steinführer (Braunschweiger Werkstücke 112), Hannover 2009.

⁹ Vgl. dazu Udo Gebauhr, Betrachtungen zum Stadtgrundriss, Beiheft zu: 1938/2010 Historisch-Synoptische Karte der Braunschweiger Innenstadt, Braunschweig 22010, hier bes. S. 16–21.

durch einen wesentlichen größeren Neubau nach Plänen von Theodor Ottmer ersetzt. Dieser diente bis 1918 dem Herzog als Residenz. In der Weimarer Republik wurde das Schloss in verschiedener Weise öffentlich genutzt. Diese Phase endete als 1935 eine SS-Junkerschule in das Gebäude einzog. Im Krieg erheblich beschädigt wurde das Schloss 1955 der Stadt übertragen und 1960 trotz öffentlicher Proteste abgerissen. Zwischen 2003 und 2007 erfolgte die ebenfalls nicht unumstrittene Wiedererrichtung in Verbindung mit dem Bau eines Einkaufszentrums.¹⁰

Zugleich eröffnen sich über dem Bohlweg nach Norden und Süden Sichtachsen zur Katharinenkirche, der Hauptkirche des auf Initiative Heinrichs des Löwen gegründeten Weichbildes Hagen, sowie zum hochaufragenden Satteldach der Ägidienkirche. Die ehemalige Kirche des im frühen 12. Jahrhunderts gegründeten Benediktinerklosters barg bis zur Reformation die Reliquien des Stadtheiligen Auctor.

Die Nachkriegsbebauung rund um das Schloss, etwa der wuchtige Rathausneubau am Bohlweg (1968/71), führen außerdem zur Frage des Umgangs mit diesen heute vielfach stadtbildprägenden Gebäuden.¹¹

5. Über den Kohlmarkt zum Eiermarkt

Seine Fortsetzung findet der Rundgang über den Damm, dem Verlauf des einstmals für Braunschweig so wichtigen Ost-West-Handelsweges folgend zum Kohlmarkt mit dem Grundriss der um 1037 erstmals erwähnten St. Ulrici-Kirche, die in den 1540-er Jahren im Zuge des Reformationsgeschehens abgerissen wurde. Von hier sind es nur noch wenige Schritte bis zum Eiermarkt, dem Endpunkt des Stadtrundganges. An Stelle des heutigen, 1994 fertiggestellten Amtsgerichtes an der Nordseite des Platzes an der Martinikirche, erhob sich bis zu seiner Zerstörung im Zweiten Weltkrieg das zwischen 1793 und 1798 errichtete Landschaftliche Haus, das zunächst den Landständen und später dem Braunschweigischen Landtag als Versammlungsort diente. Das heutige Gebäude orientiert sich in seiner Fassadengestaltung weitgehend an diesem Bau. Zum Abschluss der Führung wird der älteste erhaltene Profanbau der Stadt, die sogenannte Jacob-Kemenate vorgestellt. Diese Kemenaten (Steinwerke) waren früher Bestandteil bürgerlicher Anwesen und in Braunschweig weit verbreitet.¹² Die Anfänge der Jacob-Kemenate gehen nachweisbar bis in die Mitte des 13. Jahrhunderts zurück. Heute ist sie Teil eines Kulturzentrums.

¹⁰ Georg Wagner-Kyora, Schloss ohne Geschichte. Der Braunschweiger Wiederaufbau-Konflikt 1950–2007 (Veröffentlichungen des Instituts für Sozialgeschichte 5), Berlin 2009; Bernd Wedemeyer, Das Residenzschloss Braunschweig. Vom Herzogssitz zum kulturellen Zentrum, Braunschweig 2017.

¹¹ Diese Diskussion wird in Braunschweig gerade lebhaft geführt. Vgl. u.a.: Brutal modern. Bauen und Leben in den 60ern und 70ern, hg. von Katrin Keßler und Heike Pöppelmann (Kleine Reihe des Braunschweigischen Landemuseums 11), Braunschweig 2018.

¹² Elmar Arnhold, Die Braunschweiger Kemenate. Steinwerke des 12. bis 14. Jahrhunderts (Braunschweiger Werkstücke 111), Braunschweig 2009.

FESTVERSAMMLUNG IM ALTSTADTRATHAUS

Begrüßung

OTTO RICHTER

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Sehr geehrte Festversammlung,
verehrte Gäste,
meine sehr geehrten Damen und Herren,

zur Jahresversammlung 2018 der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft in der Dornse des Altstadtrathauses der Stadt Braunschweig begrüße ich Sie alle herzlich.

Sehr verehrte Frau Bürgermeisterin Ihbe, im Namen der Mitglieder unserer Gesellschaft bedanke ich mich für die vielfältige Unterstützung durch die Stadt Braunschweig. Ich danke Ihnen für Ihre Teilnahme und freue mich, dass Sie ein Grußwort sprechen werden.

Ich begrüße herzlich die Ehrengäste des heutigen Tages:

Frau Schütz, Frau Schütze und Herrn Schatta, Mitglieder des Landtags
Frau Prof. Kaysser-Pyzalla, Präsidentin der TU Braunschweig, und die Vizepräsidenten Prof. Durner und Herrn Prof. Reimers
Herrn Prof. Hanschke, Präsident der TU Clausthal
Herrn Prof. Wriggers, Vizepräsident der Leibniz Universität Hannover
Herrn Prof. Freiherr zu Putlitz, Altpräsident der Heidelberger Akademie der Wissenschaften
Herrn Prof. Starck, Altpräsident der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen
Frau Hirschler, Domprobst
Frau Dr. Hesse, Kultur- und Wissenschaftsdezernentin der Stadt Braunschweig
Herrn Knorr, stellv. Vorsitzender der Bürgerstiftung Braunschweig
Herrn Henkel, Direktor der Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz
Herrn Dr. Steinführer, Leiter des Referats Wissenschaft und des Stadtarchivs, Stadt Braunschweig
Herrn Prof. Burschel, Direktor der Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel
Herrn Prof. Joger, Direktor des Staatlichen Naturhistorischen Museums, Braunschweig
Herrn Prof. Kasal, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung, Braunschweig
Herrn Prof. Block, Leiter der DLR-Standorte Braunschweig, Göttingen und Trauen und Vorsitzender der ForschungRegion Braunschweig e. V.

Mein Gruß gilt ebenfalls allen anderen Vertretern/innen aus den Bereichen Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft, die sich der BWG verbunden fühlen.

Liebe Mitglieder der BWG, auch Ihnen und Ihren Begleitungen gilt mein herzlicher Willkommensgruß.

Am heutigen Tag wird die Carl Friedrich Gauß-Medaille 2018 an Herrn Professor Dr. Dres. h. c. Paul Kirchhof verliehen. Lieber Herr Kirchhof, ich begrüße Sie herzlich und freue mich, dass Sie die Auszeichnung angenommen haben. Mein Gruß gilt ebenso den Vortragenden des vormittäglichen Kolloquiums „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“, Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Otfried Höffe, Eberhard Karls Universität Tübingen, Prof. Dr. Christian Starck, Georg-August-Universität Göttingen, Altpräsident der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, und Prof. Dr. Anja Seibert-Fohr, LL.M. (GWU), Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Ich bedanke mich für Engagement.

Für die musikalische Gestaltung unserer Festversammlung bedanke ich mich bei Frau Mirjam Klein, Violine, und Frau Christiane Kroeker, Klavier.

Nun bitte ich Sie, liebe Frau Bürgermeisterin Ihbe, um Ihr Grußwort.

**Grußwort der Bürgermeisterin der Stadt Braunschweig,
Annegret Ihbe, anlässlich der Jahresversammlung der
Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft
mit Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 2018 im
Braunschweiger Altstadttrathaus***

ANNEGRET IHBE

Sehr geehrter Herr Professor Richter,
sehr geehrter Professor Kirchhof,
sehr geehrter Herr Professor Luchterhandt,
sehr geehrter Herr Professor Gahl,
sehr geehrter Herr Professor Block,
sehr geehrte Abgeordnete des Niedersächsischen Landtags,
sehr geehrte Mitglieder des Rates der Stadt,
meine sehr geehrten Damen und Herren,

ich freue mich außerordentlich, Sie anlässlich Ihrer feierlichen Jahresversammlung mit anschließender Verleihung der Gauß-Medaille in der Dornse begrüßen zu dürfen – seit vielen Jahren ein fester Termin im Braunschweiger Wissenschaftskalender.

Gestatten Sie mir eingangs einige Worte zur Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, die sich seit ihrer Gründung kontinuierlich entwickelt hat und zu den wichtigsten Trägern des wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskurses in unserer Stadt gehört. Sie ist zugleich eine von insgesamt nur zwölf wissenschaftlichen Akademien und vergleichbaren Institutionen, die es in Deutschland gibt.

Im Rahmen ihrer Jahrestagung verleiht die BWG für hervorragende wissenschaftliche Leistungen die Carl-Friedrich-Gauß-Medaille, die an einen der berühmtesten Söhne unserer Stadt erinnert.

Schon früh hat die BWG mit ihren gegenwärtig über 150 ordentlichen Mitgliedern erkannt, dass sich heutzutage keine Wissenschaft isolieren darf. Die Kooperation der wissenschaftlichen Einrichtungen untereinander, mit der Wirtschaft und mit der Stadt bekam vor mehr als zehn Jahren einen kräftigen Schub, als Braunschweig mit dem Titel „Stadt der Wissenschaft 2007“ ausgezeichnet worden ist.

* Es gilt das gesprochene Wort.

Heute sind die verschiedenen Institutionen nicht nur untereinander bestens vernetzt. Sie ziehen ihre Kraft daraus, dass sie Forschungsschwerpunkte zu neuen Stärken vereinen und Cluster bilden. In diesem Netzwerk setzt sich die BWG erfolgreich dafür ein, wissenschaftliche Erkenntnisse einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen und vor allem junge Menschen für die Welt der Forschung zu begeistern. Diesen Weg verfolgt sie in Partnerschaften mit der TU, den großen Braunschweiger Forschungseinrichtungen, der Abt Jerusalem Akademie und der Stadt Braunschweig.

Öffentlich wirksame Angebote sind die vielbeachteten „Akademievorlesungen“ der BWG im Roten Saal des städtischen Kulturinstituts, in diesem Jahr zu „Rhythmus in Natur und Kultur“. Oder Vortragsreihen im Braunschweiger „Haus der Wissenschaft“ und ganz aktuell die Veranstaltungen im Wolfsburger Science-Center „Phäno“ zu dem faszinierenden Thema „Zeit“. Dabei kooperierte die BWG mit der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen.

Das Carl-Friedrich-Gauß-Kolloquium, das stets im Zusammenhang mit der Jahresversammlung und der Verleihung der Gaußmedaille durchgeführt wird, stand heute in inhaltlichem Bezug zum Fachgebiet des diesjährigen Preisträgers und beschäftigte sich mit den „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“.

Damit bin ich bei Ihnen, sehr geehrter Herr Professor Kirchhof, angelangt, der Sie heute mit der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 2018 ausgezeichnet werden: Von großem Glanz ist die Liste der Preisträger, die mit der Gauß-Medaille geehrt wurden. Verdeutlicht wird dies durch die Widmung auf der Rückseite der Medaille: „Den um die Wissenschaft am höchsten Verdienten“.

Der Name Kirchhof fügt der Liste heute weiteren Glanz hinzu. Zum zweiten Mal wird ein Jurist mit der Gaußmedaille ausgezeichnet¹. Die großen Stärken der Wissenschaftsstadt Braunschweig liegen im Bereich der Natur- und Ingenieurwissenschaften: Und so ist es nicht verwunderlich, dass die Träger der Gaußmedaille bisher überwiegend in diesem Bereich zu Hause waren. Mit Ihrem Vortragsthema „Freiheit zwischen Zählen und Erzählen, Messen und Ermessen“ stellen Sie, sehr geehrter Herr Professor Kirchhof, ebenfalls einen Bezug her.

Dazu fällt mir als Bürgermeisterin dieser Stadt natürlich die Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig ein, bei der die Aufgabe des „Zählens“ und „Messens“ verankert ist. Die PTB gehört zu den ersten Adressen in der internationalen Welt der Metrologie; sie ist das nationale Metrologie-Institut Deutschlands und damit oberste Instanz in allen Fragen des richtigen und zuverlässigen Messens.

Auch beim Zählen ist die PTB weit vorn dabei: Für die Neudefinition des Kilogramms zählen Wissenschaftler an der PTB, wie viele Atome in nahezu perfekten Silizium-Kugeln enthalten sind.

¹ Im Jahr 2000 wurde der Jurist Prof. Dr. jur. Dr. phil. Dres. h. c. Klaus Hopt, Hamburg, ausgezeichnet.

Doch zurück zu Ihrem Fachgebiet, den Rechtswissenschaften: Ohne Übertreibung können wir feststellen, dass unsere Stadt ein traditionsreicher, bedeutender Standort der Justiz und der Jurisprudenz ist. Nachweisbar wird seit dem 11. Jahrhundert in Braunschweig Recht gesprochen.

Heute denke ich bei der Justizstadt Braunschweig vor allem an das Oberlandesgericht mit seiner über 130-jährigen Geschichte, an das Land- und das Amtsgericht sowie natürlich an die Generalstaatsanwaltschaft und die Staatsanwaltschaft. Hinzu kommen noch besondere Gerichtsbarkeiten wie etwa das Verwaltungs-, Arbeits- und Sozialgericht. Braunschweig ist also auch eine Stadt der Rechtspflege und der Juristen.

An unserer Technischen Universität wurde 2009 das Institut für Rechtswissenschaften gegründet, das sich insbesondere auf Rechtsgebiete passgenau zum Profil der TU Braunschweig konzentriert. Das Institut befasst sich unter anderem mit rechtlichen Fragen der Windenergie, der Einlagerung von radioaktiven Abfällen und der Mobilität. Wobei insbesondere das Mobilitätsrecht in unserer Region eine bedeutende Rolle spielt, denken wir nur an die rechtlichen Herausforderungen durch das autonome Fahren.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, lassen Sie mich abschließend der Braunschweigischen Wissenschaftliche Gesellschaft meinen Dank aussprechen: Die BWG ist nicht nur seit mehr als 70 Jahren unverzichtbarer Bestandteil der Wissenschaftslandschaft unserer Stadt. Sie ist auch eine der tragenden Institutionen der ForschungRegion Braunschweig, in der mehr als 25 wissenschaftliche Einrichtungen zusammengeschlossen sind.

Sehr geehrter Herr Professor Richter, Sie und die Mitglieder der BWG unterstützen die Vernetzung zwischen den unterschiedlichen Disziplinen und tragen dazu bei, Kompetenzen zu bündeln: zum Wohl der Wissenschaft und damit auch des Wissenschaftsstandortes Braunschweig. Dafür im Namen der Stadt Braunschweig und von Herrn Oberbürgermeister Markurth meinen herzlichen Dank.

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!

Bericht des Präsidenten für den Berichtszeitraum Mai 2017 bis Mai 2018

PROF. DR. OTTO RICHTER

Neu- und Zuwahlen und personeller Stand der BWG

Neuwahlen Präsidium der BWG

Vizepräsident

Prof. Dr. Klaus P. G. Gahl

vom 01.01.2018–31.12.2020

Neuwahlen Klassen und Verein der Freunde der BWG

Vorsitzender der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dieter Kaufmann vom 01.01.2017–31.12.2018

(Wechsel aufgrund Präsidentschaft Prof. Richter, der vorher der Klassenvorsitzende war)

Vorsitzender der Klasse Ingenieurwissenschaften

Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Dinkler vom 01.01.2018–31.12.2020

Verein der Freunde der BWG e. V.

- Prof. Dr. Heiko Harborth vom 01.01.2018–31.12.2020 (seit 1.1.2000)
- Prof. Dr. Karl-Heinz Glaßmeier vom 01.01.2018–31.12.2020
- Prof. Dr. Christel Charlotte Müller-Goymann vom 01.01.2018–31.12.2020

Zuwahlen neuer Mitglieder

Gewählt wurden zu ordentlichen Mitgliedern in den Wahlsitzungen vom 08.12.2017 und 13.04.2018:

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

- Prof. Dr. rer. nat. Jörg Overmann (08.12.2017)
- Prof. Dr. rer. nat. Andreas Kirschning (13.04.2018)
- Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c. Matthias Tamm (13.04.2018)

Klasse für Ingenieurwissenschaften

- Prof. Dr.-Ing. habil. Stefan Hartmann (13.04.2018)
- Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade (13.04.2018)

Klasse für Geisteswissenschaften

- apl. Prof. Dr. phil. habil. Cord Berghahn (08.12.2017)
- Prof. Dr. phil. Peter Burschel (13.04.2018)

Todesfälle

- 30.04.2016 Spengelin, Rudolf, Dipl.-Ing., Prof. für Städtebau, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften von 1975–1989 (früher: Klasse für Bauwissenschaften), seit 1990 korrespondierendes Mitglied der Klasse. Gaußmedaillenträger 1991
- 27.05.2017 Hartmann, Thomas, Dr. rer. nat., Prof. em. für Pharmazeutische Biologie der TU Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften seit 1983, deren Vorsitzender vom 01.01.2007–31.12.2012
- 11.08.2017 Bürger, Peter, Dr. phil. habil., Prof. em. für Literaturwissenschaft (Französische) und Ästhetische Theorie, Universität Bremen. Korrespondierendes Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 2008. Gaußmedaillenträger 2006
- 18.08.2017 Duddeck, Heinz, Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h., Prof. em. für Statik, TU Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1971. Vorsitzender der Klasse für Bauwissenschaften (seit 1994: Ingenieurwissenschaften) von 1978–1978
- 17.11.2017 Voigt, Hans-Heinrich, Dr. rer. nat., Prof. em. für Astronomie und Astrophysik, Georg-August-Universität Göttingen. Korrespondierendes Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften seit 1994. Gaußmedaillenträger 1993.

Damit gehören der BWG am 31.05.2018 an:

158 ordentliche Mitglieder, davon 82 unter 70 Jahren, sowie 61 korrespondierende Mitglieder.

Klasse f. Mathematik und Naturwissenschaften:	53 o. M. (unter 70: 28) 16 k. M.
Klasse für Ingenieurwissenschaften:	68 o. M. (unter 70: 37) 18 k. M.
Klasse für Geisteswissenschaften:	37 o. M. (unter 70: 17) 27 k. M.

BWG Kommissionen

1. Kommission „Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“

Vorsitzender: Prof. Ehrlich

Am 10.2.2017 hat die Klasse Mathematik und Naturwissenschaften und am 9.6.2017 hat die Plenarversammlung der BWG der Einrichtung der Kommission „Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“ jeweils einstimmig zugestimmt. Vorbereitende Arbeiten wurden ab Februar 2017 durchgeführt.

Dokumente wie Bücher, Bilder, Filme, Tonaufnahmen, Internetseiten, Emails, Blogs, Chats, amtliche Dokumente wie Anträge, Bewilligungen, Steuererklärungen, aber auch Verträge, Gerichtsprotokolle, Behördenakten, Geschäftsunterlagen usw. usw. liegen zunehmend in digitaler Form vor. Oft gibt es keine Papierfassungen mehr. Dies gilt insbesondere für den steten Strom der Massendaten, die aus den Beobachtungs- und Messstationen sowie den Labors der Naturwissenschaften und Technik, den Einrichtungen der Medizin, den sozialen Medien usw. anfallen.

Darunter sind Kulturgüter, die es wert sind, bewahrt zu werden. Aber wie destilliert man sie heraus? Und wie bewahrt man sie langfristig auf? Und wie präsentiert man sie den Benutzern?

Zuweilen bröselt das Papier historischer Dokumente, und Archive, Museen und Bibliotheken beeilen sich, sie zu digitalisieren und so die Inhalte vor dem Verfall zu sichern. Dies ist aber nicht der einzige Grund für Digitalisierung: Kulturgüter werden auf breiter Front in digitalen Bibliotheken und Archiven erfasst, um sie einem größeren Nutzerkreis zugänglich zu machen, ohne die Originale (und die Nutzer) zu strapazieren.

Aber wie nachhaltig ist das? Digitale Speichermedien wie Festplatten, Halbleiterspeicher, CDs, DVDs, Magnetbänder etc. haben eine technisch sehr begrenzte Lebensdauer. Cloud-Speicher haben diese nicht, erfordern aber eine aufwändige Infrastruktur mit ständig zu erneuernder Hard- und Softwarebasis, und sie brauchen eine Organisation mit Technikern, Managern, Kaufleuten, Verwaltungsangestellten usw. Sie werden meist von kommerziellen Unternehmen wie Microsoft, Google, Dropbox u.a. angeboten. Aber diese betreiben die Speicher nach kommerziellen Gesichtspunkten. Wenn sich das Geschäft nicht mehr lohnt, könnten sie den Dienst einstellen. Es empfiehlt sich also nicht, sie für die Bewahrung von Kulturgütern in Anspruch zu nehmen.

Wie also bewahren wir unser digitales Erbe und machen es den nachfolgenden Generationen in hunderten oder womöglich tausenden von Jahren zugänglich? Tontafeln haben Jahrtausende überstanden, ihre Inhalte sind aber nur für wenige Spezialisten zugänglich. Holzfrees Papier ist recht dauerhaft, und die Inhalte sind

z.B. in Bibliotheken gut zugänglich. Aber es ist wohl keine gute Idee, unser digitales Erbe auf Papier zu drucken (oder womöglich in Tontafeln zu ritzen).

Das Problem der sicheren, effizienten und kostengünstigen digitalen Langzeitarchivierung hat bereits viel Aufmerksamkeit gefunden. In Bibliotheken, Archiven und Museen werden aber recht unterschiedliche Ansätze verfolgt. Immerhin gibt es im Verbund der deutschen Bibliotheken sehr vielversprechende Lösungen, die auf der Höhe der Softwaretechnik sind und neben einer zeitlich im Prinzip unbegrenzten Aufbewahrungsdauer sehr gute Zugänglichkeit über Benutzerschnittstellen und zudem eine große Ausfallsicherheit bieten. Im Bereich der wissenschaftlichen Datensammlungen ist das Problembewusstsein unterschiedlich entwickelt. Die gefundenen Lösungen sind vielfältig und nicht immer sachgerecht.

Neben der Speicherung ist aber auch die Gewinnung und Auswahl der Dokumente für das kulturelle Erbe eine große Aufgabe. Sicherlich gehört nicht jede Twitter-Nachricht dazu, aber einige könnten vielleicht historisches Interesse finden. Wie filtern wir aus der ungeheuren Menge digitaler Daten die kulturell relevanten für die Archivierung heraus? Die Aufgabe ist verwandt mit der, aus großen Datenmengen die aktuell benötigten Erkenntnisse und Einsichten zu gewinnen. Dafür wurden und werden Techniken der Mustererkennung, des Data Mining und Text Mining, des Machine Learning und andere Methoden der Computational Intelligence entwickelt. Lassen sie sich auch sinnvoll für die archivische Bewertung verwenden?

Digitale Bibliotheken, Archive und Sammlungen bieten eine neue Qualität des Zugangs für Besucher und Benutzer über das Internet. Wie können innovative Such-, Navigations- und Visualisierungstechniken aussehen? Es gibt bereits sehr gute und problemangepasste Lösungen, aber zuweilen sind die Benutzerschnittstellen doch noch entwicklungsfähig.

Digitale Daten müssen in den Archiven nicht nur dauerhaft, sondern auch rechtssicher verwahrt werden. Sie müssen nicht nur vor Verlust geschützt werden, sondern auch vor Verfälschung und unberechtigtem Zugriff: ihre Authentizität und Integrität müssen bewahrt werden, und geschützte Daten müssen geschützt bleiben. Hier sind insbesondere schwierige Fragen des nationalen und internationalen Urheberrechts zu beachten.

Eine BWG-Kommission, die diesen und verwandten interdisziplinären Fragen nachgeht, wurde im Sommer 2017 durch Beschluss der Plenarversammlung gegründet. Um die Diskussionen zu bündeln und zu konkretisieren, soll das Online-Kupferstichkabinett (Döring) als thematischer Fokus für die Untersuchungen der Kommission dienen.

Für den Herbst 2018 ist ein Workshop geplant, auf dem die Themen der Kommission mit einigem Input von außen unter den Mitglieder diskutiert werden sollen. Es wird ein innovatives Konzept verfolgt, nach dem nur zwei Vorträge stattfinden sollen: ein allgemeiner Impulsvortrag und eine Einführung in das Online-Kupferstichkabinett.

Im Übrigen sollen formlose Gespräche am runden Tisch mit einer jeweiligen kurzen Einführung durch einen Moderator stattfinden. Geplante Themenschwerpunkte sind: Erschließung von Bild und Text, archivische Bewertung, explorative Datenanalyse und Langzeitarchivierung.

Mitglieder:

Die Kommission ist interdisziplinär besetzt. Folgende Professor(inn)en arbeiten in der Kommission mit: Brage Bei der Wieden (Landesarchiv Niedersachsen), Dietmar Brandes (UB, TU BS), Thomas Döring (Kupferstichkabinett im HAU-Museum), Hans-Dieter Ehrich (Informatik), Karl-Heinz Glaßmeier (Physik), Frau Nicole Christine Karafyllis (Philosophie), Frank Klawonn (Wissenschaftliches Rechnen, Ostfalia), Otto Richter (Biomathematik), Thomas Scharff (Geschichte), Dieter Schomburg (Bioinformatik, TU BS) und Henning Steinführer (Stadtarchiv Braunschweig).

2. Kommission “terZED“: erweitertes Zusammenwirken lebender und nicht lebender Entitäten - technische, ethische und rechtliche Herausforderungen im Zeitalter der Digitalisierung -

Vorsitzender: Prof. Haux

Am 10.11.2017 hat die Klasse Mathematik und Naturwissenschaften und am 8.12.2017 hat die Plenarversammlung der BWG der Einrichtung der terZED-Kommission jeweils einstimmig zugestimmt. Vorbereitende Arbeiten wurden ab April 2017 durchgeführt.

Hintergrund und Zielsetzung

Dass die Digitalisierung erhebliche Veränderungen in praktisch alle Bereiche unserer Gesellschaft bringt und weiter bringen wird, ist mittlerweile auch politischer Konsens geworden. Schlagworte wie ‘Industrie 4.0’ oder ‘Digitalisierungsgrad der Gesundheitsversorgung’ versuchen diese veränderten Formen des Arbeitens und des Lebens in Begriffe zu fassen.

Die BWG-Kommission terZED möchte noch einen Schritt weitergehen. Sie möchte sich mit den sich durch diese Entwicklungen ergebenden neuen Formen des Zusammenlebens grundsätzlich befassen. Dabei soll es nicht nur um neue Kommunikations- und Interaktionsformen zwischen Menschen gehen. Auch das erweiterte Zusammenwirken mit ‘nicht lebenden’ Objekten (Maschinen, ...) oder mit anderen Lebewesen, in welcher Art auch immer, soll Gegenstand der Kommissionsarbeit sein. Die nun vorhandenen und zukünftig zu erwartenden technischen Möglichkeiten spielen in der Arbeit der Kommission zwar eine große Rolle. Diese können aber nicht ohne die damit verbundenen ethischen und rechtlichen Voraussetzungen und Konsequenzen sinnvoll erarbeitet werden.

Bisherige Aktivitäten

Nach mehreren Vorgesprächen fand eine erste Sitzung am 1.6.2017 statt, in der es um die thematische Ausrichtung und um mögliche Mitglieder ging.

Es folgten weitere Gespräche des Sprechers mit Kommissionsmitgliedern. Am 17.10.2017 fand daraufhin eine zweite Sitzung statt, in der weitere organisatorische und inhaltliche Fragen besprochen wurden. Zudem wurde beschlossen, dass ein Symposium durchgeführt werden soll (siehe geplante Aktivitäten).

In einer dritten Sitzungsrunde erfolgte insbesondere eine weitere inhaltliche Diskussion. Alle Kommissionsmitglieder nahmen an mindestens einer der am 20.11., am 6.12., am 13.12., am 15.12. und am 21.12.2017 stattfindenden Sitzungen teil und brachten ihre inhaltlichen Vorstellungen und möglichen Beiträge ein.

Geplante Aktivitäten

Zunächst ist ein wissenschaftliches Symposium zu dieser Thematik geplant, welches Ende 2018 / Anfang 2019 stattfinden soll. In dem Symposium sollen sowohl BWG-Mitglieder als auch eingeladene externe Kolleg(inn)en über eigene Forschung zu diesem Thema berichten und sich austauschen. Weitere, noch zu beschließende Aktivitäten können z.B. Stellungnahmen und Empfehlungen sein oder auch Initiativen für gemeinsame, interdisziplinäre Forschung zu wichtigen Grundlagen dieses erweiterten Zusammenwirkens.

Mitglieder

Die Kommission ist interdisziplinär besetzt. Folgende Professor(inn)en arbeiten in der terZED-Kommission mit: Holger Blume (Mikroelektronische Systeme), Hans-Dieter Ehrich (Informatik), Rolf Ernst (Datentechnik), Klaus Gahl (Medizin), Reinhold Haux (Medizinische Informatik, Sprecher), Nicole Karafyllis (Philosophie), Joachim Klein (Chemie), Martin Korte (Zelluläre Neurobiologie), Rudolf Kruse (Computational Intelligence), Karsten Lemmer (Verkehrsforschung), Otto Luchterhandt (Öffentliches Recht), Sanaz Mostaghim (Intelligente Systeme), Otto Richter (Biomathematik), Jochen Steil (Robotik) und Lars Wolf (Connected and Mobile Systems).

„Junge BWG“

Ziel dieser Initiative, die von den BWG Mitgliedern Prof. Klein und Prof. Schepher begründet wurde, ist die Förderung der Kooperation junger Nachwuchskräfte niedersachsenweit durch Netzworkebildung unter der Schirmherrschaft der BWG. Ein erstes Treffen von Habilitanden/innen und BWG Mitgliedern findet am 1.7.18 statt.

Vorträge in den Plenarversammlungen und Veröffentlichungen

Der wissenschaftliche Austausch zwischen den BWG-Mitgliedern findet in den Klassen- und Plenarsitzungen statt. Plenarsitzungen finden an allen drei Standorten Braunschweig, Hannover und Clausthal statt. Außerdem wird einmal im Jahr eine gemeinsame Sitzung mit der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen durchgeführt. Die Vorträge an den Plenartagen dienen dazu, den interdisziplinären Austausch zwischen den Klassen zu befördern. Die Vorträge der Plenar- und Klassensitzungen werden in den Jahrbüchern veröffentlicht.

Feierliche Jahresversammlung am 5. Mai 2017

Carl Friedrich Gauß-Kolloquium

„Planet Ozean – Forschung zur Zukunft von Mensch und Meer“

Daniela Jacob, Hamburg

Klima und Meer – Globaler Wandel – Lokale Konsequenzen

Dirk Notz, Hamburg

Das Ende der Eis-Zeit?

Martin Visbeck, Kiel

Die Zukunft des Ozeans – Vom Entdecken zum Handeln

Festversammlung im Altstadtrathaus

Der Präsident der BWG, *Otto Richter*

Begrüßung

Oberbürgermeister der Stadt Braunschweig

Ulrich Markurth

Grußwort

Der Präsident der BWG, *Otto Richter*

Bericht über die BWG

Antje Schwalb, Braunschweig

Laudatio zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 2017 an Prof. Dr. Antje Boetius

Antje Boetius, Universität Bremen, Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie und Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
Leben unter Druck: Von Mensch und Tiefsee

Der Vizepräsident der BWG, *Klaus P. G. Gahl*

Schlussworte

Symposien und Kolloquien

- 21.06.2017 *13. Bioethik-Symposium „Nahrungsmittelproduktion und Tierwohl“*
in Braunschweig
Veranstalter: BWG
- 07.02.2018 *14. Bioethik-Symposium „Roboter im Operationssaal“*
in Braunschweig
Veranstalter: BWG
- 16.03.2018 *Internationales Kolloquium „Erforschung und Erhaltung der Phyto-
diversität“*
anlässlich des 70. Geburtstages des Altpräsidenten der BWG, Prof.
Dr. Dietmar Brandes
in Braunschweig
Veranstalter: Institut für Pflanzenbiologie und BWG

Öffentliche Vorträge der BWG

Akademie-Vorlesungen

Gemeinsame Veranstaltung der BWG und des Kulturinstituts der Stadt
Braunschweig im Roten Saal, Schloss Braunschweig

20.06., 27.09., 25.10. und 15.11.2017

„Wellen – Phänomen und Symbol“

20.02., 13.03., 10.04., 29.05. und 12.06.2018

„Rhythmus in Natur und Kultur“

Vortragsreihen

„Zeit“

08./15.02., 01./15.03. und 19./26.04.2018

Gemeinsame Veranstaltung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Ge-
sellschaft, der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen und dem phaeno im
Wissenschaftstheater des phaeno, Wolfsburg

„Wasser – Lebensgrundlage und Konfliktstoff“

22.05., 08.06., 10.07., 10.08., 04.09., 04.10. und 07.10.2018

Gemeinsame Veranstaltung der BWG, TU BS, des Julius-Kühn-Instituts und des
Thünen-Instituts im Haus der Wissenschaft, Braunschweig

Preisverleihungen

- 21.11.2017 Verleihung des Abt-Jerusalem-Preises 2017 an Prof. Dr. Jürgen Osterhammel und Preiskolloquium „Geschichte der wissenschaftlichen Kommunikation und gegenwärtige Herausforderungen“
Gemeinsame Veranstaltung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, der TU Braunschweig, der Evangelisch-lutherischen Landeskirche und der Stiftung Braunschweigischer Kulturbesitz Im Marketing Management Institut und in der Klosterkirche Riddagshausen, Braunschweig
- 06.12.2017 Verleihung des Braunschweig Preises für herausragende studentische Leistungen
Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft, TU Braunschweig, Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis, Braunschweigisches Landesmuseum im Braunschweigischen Landesmuseum

Exkursion

Vom 24.05. und 25.05.2018 fand eine landschaftsökologische Exkursion in die Kernzone des UNESCO Biosphärenreservats Rhön (für BWG-Mitglieder) unter der Leitung des korrespondierenden Mitglieds Frau Prof. Dr. Dr. Annette Otte statt. Exkursionspunkte waren

- Naturnahe montane Laubwälder und Blockschutthalde am NSG Schafstein
- Schwarzes Moor (Hessen, Bayern)
- Montanes Grünland (Goldhaferwiesen, Borstgrasrasen, Lupinen-invadierte Bereiche) entlang der Hochrhönstraße

Veröffentlichungen

Jahrbuch 2017 der BWG

Laudatio zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft an Prof. Dr. Dres. h.c. Paul Kirchhof

PROF. DR. OTTO LUCHTERHANDT

Herr Präsident,
meine sehr geehrten Damen und Herren,
verehrter, lieber Herr Kirchhof und liebe Frau Kirchhof,

das Konzil der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft hat auf seiner Sitzung vom 9. Juni 2017 auf Vorschlag der Geisteswissenschaftlichen Klasse einstimmig beschlossen, Herrn Prof. Dr. Paul Kirchhof, Seniorprofessor *distinctus* der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, die Gauß-Medaille 2018 für seine herausragenden Verdienste auf dem Gebiet der Rechtswissenschaften zu verleihen.

Damit ist erstmals seit dem Jahre 2000 wieder ein Jurist Träger der Gauß-Medaille – nach dem Hamburger Zivil- und Wirtschaftsrechtler Klaus Hopt nun ein Öffentlichrechtler.

Es war nicht schwierig, die Kollegen von der Stimmigkeit des Vorschlages zu überzeugen, denn Paul Kirchhof zählt seit Jahrzehnten zu den herausragenden Repräsentanten und prägenden Persönlichkeiten der Staatsrechtslehre in Deutschland. Zwei mit seinem Namen untrennbar verbundene Werke spiegeln das höchst eindrucksvoll wider: Erstens das zusammen mit Josef Isensee herausgegebene „Handbuch des Staatsrechts der Bundesrepublik Deutschland“. Es war, als es 1984 konzipiert wurde, auf sieben (7) Bände ausgelegt. Sie erschienen 1987 bis 1992, kamen also mittenhinein in den Prozess der Wiedervereinigung. Daher wurde das Handbuch um zwei Bände zur Herstellung der Einheit Deutschlands erweitert, und umfasste 1997 neun (9) Bände mit 11.000 Seiten. 126 Staatsrechtslehrer haben an der ersten Auflage mitgewirkt. Das Handbuch des Staatsrechts ist ein, es ist *das* repräsentative Gemeinschaftswerk der deutschen Staatsrechtlehre. Noch mehr gilt das von der dritten Auflage, die zwischen 2003 und 2015 herauskam und 12 Bände (sowie den Band „Gesamtregister“) umfasst. An ihr sind fast zweihundert (200) Staatsrechtslehrer beteiligt. Die Vollendung der Einheit, die verstärkte Integration Deutschlands in die EU und der gestiegene Einfluss des Völkerrechts auf das nationale Recht haben die Neubearbeitung erforderlich gemacht.

Das an zweiter Stelle zu nennende repräsentative Werk deutscher Staatsrechtslehre ist die Festschrift für Paul Kirchhof aus Anlass seines 70. Geburtstages im Jahre 2013. Es handelt sich um ein ganz ungewöhnliches Werk, denn unter dem Titel „Leitgedanken des Rechts“ haben fast 200 Autoren – Staatsrechtslehrer, Kollegen und Schüler Paul Kirchhofs – in zwei Bänden kurz und knapp das Wesentliche zu Staat und Verfassung, zu Staat und Bürger dargestellt. Der erste Band der Festschrift stellt ein Kondensat des „Handbuchs des Staatsrechts“.

Paul Kirchhof ist eines der Gravitationszentren der Staatsrechtslehre in Deutschland. Begründet liegt das in dem breiten Profil der von ihm mit Leidenschaft und Brillanz ausgefüllten juristischen Funktionen, Ämter und Rollen – als Forscher und akademischer Lehrer des Staatsrechts, als profiliertester Steuerrechtler Deutschlands, als Richter des Bundesverfassungsgerichts, als Rechtspolitiker und als Publizist mit ungewöhnlich starker Präsenz in der Öffentlichkeit unseres Landes, als Vorsitzender bedeutender Vereinigungen: (u.a.) Präsident der Heidelberger Akademie der Wissenschaften (2013–2015), Präsident des 65. und 66. Deutschen Juristentages (2004 und 2006) und seit 2014 Leiter der Essener Gespräche zum Thema Staat und Kirche, hier Nachfolger von Christian Starck.

Paul Kirchhof wurde im Gründungsjahr der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft in Osnabrück geboren. Er wuchs in einer Juristenfamilie auf. Sein Vater war seit 1959 Richter am Bundesgerichtshof (Strafsenat). Nach dem Abitur am traditionsreichen altsprachlichen Bismarck-Gymnasium in Karlsruhe, studierte Paul Kirchhof von 1962 bis 1966 Rechtswissenschaften in Freiburg/Br und München, wo er das Erste Juristische Staatsexamen ablegte; das Assessorexamen folgte 1969 in Stuttgart.

Für seine akademische Laufbahn wählte Kirchhof das Öffentliche Recht und folgte hier einer klassischen Regel: Das Thema der 1968 bei Peter Lerche in München verfassten Dissertation entstammte dem Staats- und Verfassungsrecht: „Der Begriff der hoheitlichen Befugnisse in Art. 33 Abs. IV des Grundgesetzes“ (München 1968), das Thema der Habilitationsschrift hatte dagegen seinen Schwerpunkt im Verwaltungsrecht: „Verwalten durch `mittelbares` Einwirken“ (Carl Heymanns Verlag, Köln usw. 1977), gemeint ist das Einwirken des Staates auf Rechtsverhältnisse im Grenzbereich zur Gesellschaft und zum privaten Bürger. Paul Kirchhof hat sie in Heidelberg als Assistent bei dem Staatsrechtslehrer Klaus Vogel, dem Direktor des Instituts für deutsches und internationales Steuerrecht, geschrieben und 1974 abgeschlossen. Er erhielt die *venia legendi* für die Fächer Staats- und Verwaltungsrecht, insbesondere Wirtschaftsverwaltungsrecht, Finanz- und Steuerrecht sowie Verwaltungslehre. Auf allen diesen Gebieten hat Paul Kirchhof seither laufend publiziert. Weitere Rechtsgebiete sind dazu gekommen, insbesondere das Staatskirchenrecht.

Das Verzeichnis seiner Veröffentlichungen – Monographien, Kommentare, Herausgeberschaften, Aufsätze, Festschriftenbeiträge, Vorträge usw. – ist staunenswert; es nähert sich der Zahl 900!

Von 1975 bis 1981 war Paul Kirchhof o. Professor für Öffentliches Recht und Direktor des Instituts für Steuerrecht an der Universität Münster, anschließend bis zu seiner Emeritierung 2013 in gleichen Stellungen an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, die ihn in demselben Jahr zum Seniorprofessor *distinctus* ernannt hat.

1987 wurde Paul Kirchhof zum Richter des Bundesverfassungsgerichts gewählt. Bis zu seinem regulären Ausscheiden nach 12 Jahren (also 1999) war er Mitglied des Zweiten Senats, der schwerpunktmäßig für staatsorganisationsrechtliche Streitfälle unter Einschluss auch von Fragen der EU und des Völkerrechts sowie für steuerrechtliche Streitigkeiten zuständig ist, Rechtsgebiete, für die Paul Kirchhof Berichterstatte war.

Paul Kirchhof hat in der Rechtsprechung des Gerichts tiefe Spuren hinterlassen. Zwar kann in diesem Rahmen nicht näher darauf eingegangen werden, aber zwei Entscheidungen möchte ich erwähnen: In der Entscheidung vom 12. Oktober 1993 zur Prüfung der Verfassungsmäßigkeit des Maastricht-Vertrages über die Gründung der Europäischen Union stellt das Gericht ausdrücklich fest, dass der EU-Vertrag keinen Staat gründe, die EU vielmehr (nur) ein Staatenverbund auf dem Wege zu einer engeren Union sei. Der deutsche Souverän behalte die volle Kontrolle über den weiteren Prozess der Kompetenzübertragung auf die Union (BVerfGE 89, 156 f). Den Begriff des „Staatenverbundes“, der sich seither durchgesetzt hat, d.h. ein Zwitter aus Staatenbund und Bundesstaat, hatte Paul Kirchhof zuvor im „Handbuch des Staatsrechts“ geprägt (§ 183 „Der deutsche Staat im Prozeß der europäischen Integration“, in: Band VII [1. Auflage], Heidelberg 1992, S. 873 Rn. 38).

In mehreren Entscheidungen vom November 1998 stellte das Gericht fest, die verfassungsrechtliche Garantie von Ehe und Familie (Art. 6 Abs. 1 GG) „gebiete, bei der Besteuerung einer Familie das Existenzminimum *sämtlicher* Familienmitglieder steuerfrei zu belassen“ (BVerfGE 99, 246; 268; 273). Die Auswirkungen des Steuerrechts auf Familie und Ehe zählen zum Kernbereich der Forschungen Paul Kirchhofs.

Im Jahre 2000, also nach Ende des Richteramtes, gründete Paul Kirchhof die Forschungsstelle „Bundessteuergesetzbuch“ bei dem von ihm geleiteten Institut für deutsches und internationales Steuerrecht. Er leitete sie bis 2011. Frucht der Forschungsarbeit seines Teams ist der Entwurf einer Kodifikation des deutschen Steuerrechts. Es sieht eine radikale Vereinfachung des gesamten Steuersystems und Steuerrechts vor. Die Steuern werden auf vier (4) Steuerarten beschränkt, die zugleich grundlegend reformiert werden sollten: Einkommensteuer, Erbschafts- und

Schenkungssteuer, Umsatzsteuer und Verbrauchssteuer, sofern der Allgemeinheit durch den Verbrauch Kosten entstünden.

Ausgangspunkt der Konzeption Kirchhofs ist das Verfassungsprinzip der *Freiheit*. Die Steuer sei der Preis ihres Besitzes und Genusses. Maßstab der Besteuerung müsse das Verfassungsprinzip der Gleichheit sein, das in dem Grundsatz der Steuergerechtigkeit Gestalt annehme. Sie verlange eine Bemessungsgrundlage, die sich einheitlich an der Leistungsfähigkeit des Steuerpflichtigen zu orientieren habe. Das impliziere die Reduktion auf eine einzige Einkunftsart. Arbeitseinkommen und Kapitalerträge seien gleich zu besteuern. Alle Ausnahme-, Lenkungs- und Privilegien-Tatbestände, die das geltende Steuerrecht gewissen Gruppen gewähre und zu Steuertricks und zur Verringerung der Steuerlast zum Nachteil des Staates einluden, sollten wegfallen. Dadurch ließe sich der Prozentsatz der Steuerbelastung in der Spitze – unter dem Strich ohne Nachteile für den Fiskus – radikal senken. Es sollte der Grundsatz gelten: Drei Viertel der Einkünfte verbleiben dem freien Bürger, ein Viertel (25%) gehen als Preis der Freiheit an den Staat.

Die ca. 33.000 Vorschriften des geltenden Steuerrechts ließen sich, das beweise der Entwurf des Bundessteuergesetzbuches, auf 146 Paragraphen verringern, die noch dazu jedermann verstehen könne.

Otfried Höffe hat kürzlich in einem Essay „Was heißt heute konservativ?“ (Neue Zürcher Zeitung vom 29. Mai 2018, S. 17) das Profil des „Reformkonservativen“ – wohl ein Zwillingbruder des Epplerschen „Wertkonservativen“ – gezeichnet. Der Reformkonservative hat sichtlich Höffes Sympathie. Er sei „zu einer erstaunlich radikalen Kritik bestehender Verhältnisse fähig“. Das passt zu Paul Kirchhof, denn radikal, ja geradezu revolutionär ist sein Steuerreformkonzept zu Recht genannt worden.

Der Kölner Steuerrechtler Klaus Tipke hat Paul Kirchhof mit Blick auf das Konzept einen „Rechtsmoralisten“ genannt (§ 146 Steuergerechtigkeit, in: FS Paul Kirchhof, Band 2, S. 1583 Rn. 1, Heidelberg 2013). Ich halte das Etikett nicht für treffend. Mir erscheint Paul Kirchhof vielmehr als ein entschiedener, konsequenter und von einem höheren Standpunkt aus betrachtet durchaus als ein realistischer Anwalt verfassungsrechtlicher Grundprinzipien – Freiheit und Gerechtigkeit, die – endlich – auch und gerade das Steuerrecht beherrschen sollten.

Den folgenden Sätzen Josef Isensees kann ich daher nur zustimmen:

„Die Dogmatik des Staatsrechts ... strebt von vornherein nach rechtspraktischen Ergebnissen. Sie fragt, ob und inwieweit die Staatsgewalt in ihrer rechtlichen Gebundenheit und Begrenztheit das ´gute Leben` des Gemeinwesens gewährleisten und mit ihren beschränkten Mitteln dem Gemeinwohl genügen kann, oder ob sie [die Staatsgewalt] resignieren und das Feld dem freien Spiel der gesellschaftlichen Kräfte überlassen muss. Das Thema zieht sich als roter Faden durch das Lebens-

werk Paul Kirchhofs“, schreibt Isensee (§ 1 Staat, in: FS Paul Kirchhof, Band 1, S. 8 Rn. 15, Heidelberg 2013).

In der Tat hat sich Paul Kirchhof (wie auch Josef Isensee selbst) immer wieder mit den geistigen und axiologischen, mit den staatsethischen und politischen Voraussetzungen und Erwartungen beschäftigt, die unsere Verfassung, das Grundgesetz, an die Bürger unseres Staates stellt und stellen muss, damit unser freiheitlicher Rechtsstaat und demokratischer Verfassungsstaat im Wandel der Zeit und ihrer stets neuen und meist überraschenden Herausforderungen substantiell und kraftvoll gewahrt bleiben.

Die Entscheidung jenes Grundproblems dem freien Spiel der Kräfte unserer Gesellschaft und der Resultante wechselnder Kräfteverhältnisse zu überlassen, war und ist Paul Kirchhofs Position als Bürger, als Christ und als Rechtswissenschaftler ganz und gar nicht.

Das zeigt deutlich und eindrucksvoll seine Auseinandersetzung mit jenem Diktum unseres älteren Kollegen Ernst-Wolfgang Böckenförde, das längst zum geflügelten Wort in Deutschland geworden ist: *„Der freiheitliche, säkularisierte Staat lebt von Voraussetzungen, die er selbst nicht garantieren kann.* Das ist das große Wagnis, das er, um der Freiheit willen, eingegangen ist. Als freiheitlicher Staat kann er einerseits nur bestehen, wenn sich die Freiheit, die er [der Staat] seinen Bürgern gewährt, von innen her, aus der moralischen Substanz des Einzelnen und der Homogenität der Gesellschaft reguliert. Andererseits kann er [der Staat] diese inneren Regelungskräfte nicht von sich aus, das heißt, mit den Mitteln des Rechtszwanges und des autoritativen Gebots zu erzwingen versuchen, ohne seine Freiheitlichkeit aufzugeben...“ (Die Entstehung des Staates als Vorgang der Säkularisation, in: E. W. Böckenförde: Staat. Gesellschaft. Freiheit. Studien zur Staatstheorie und zum Verfassungsrecht, Frankfurt/M. 1976, S. 42 ff. [60], kursiv im Original).

Böckenfördes Diktum wird weithin in dem Sinne zitiert, dass der Staat des Grundgesetzes entweder wegen ihm fehlender geeigneter Instrumente unfähig sei, seine freiheitlichen Grundlagen real zu sichern und zu stärken, oder dass der Staat daran von Verfassungswegen, insbesondere durch die Grund- und Menschenrechte, also rechtlich, gehindert sei.

Paul Kirchhof hat einerseits zwar Böckenfördes Erkenntnis bekräftigt, dass die Verfassungsvoraussetzungen und Verfassungserwartungen nicht mit staatlichem Befehl und Zwang durchgesetzt werden könnten und dürften, andererseits aber geltend gemacht, dass der Staat keineswegs ohnmächtig sei, sondern sehr wohl über Kompetenzen, Institutionen und Verfahren, kurz: über rechtliche Möglichkeiten verfüge, aktiv zur Stärkung der rechtlichen Grundlagen des demokratischen Verfassungsstaates beizutragen. Das vom Bürger zu erwartende „staatsethische“ Verhalten, insofern einig mit Böckenförde, beschreibt Kirchhof mit den folgenden Sätzen:

„Unverzichtbare Vorbedingung einer freiheitlichen Verfassung ist die innere Gebundenheit der Freien an die Würde, die Freiheit und Gleichheit des Mitmenschen. Gleiche Freiheit aller bedeutet individuelle Bereitschaft zum Freiheitsverzicht. Unbegrenzte Freiheit wäre Willkür; ein Freiheitsrecht kann nur begrenzte Freiheit gewähren. Deshalb baut eine freiheitliche Verfassung auf die Wirksamkeit ihrer Grenzen und eine verständige Inanspruchnahme der Freiheit; ...Bedingung einer freiheitlichen Rechtsordnung ist das gegenseitige Vertrauen, das sich auf Anständigkeit, auf aus guter Gewohnheit gefestigte Rücksichtnahme, auf die Geltung des Rechts kraft Erziehung und stetiger Übung stützt.“ („Brauchen wir ein erneuertes Grundgesetz?“, Heidelberg 1992, S. 59)

Dass der Staat der Erosion seiner freiheitlichen, staatsethischen Funktionsbedingungen nicht ohnmächtig zuschauen muss, sondern aktiv gegensteuern kann und darf, hat Paul Kirchhof unter anderem in zwei Referaten herausgearbeitet, die er 2004 und 2013 bei den „Essener Gesprächen zum Thema Staat und Kirche“ gehalten hat.

Die These Böckenfördes, so Kirchhof, „führt zu dem Missverständnis, die religiös-weltanschauliche Neutralität des Verfassungsstaates entlasse den Staat aus der Verantwortlichkeit für die Freiheitskultur, für den Humus, aus dem Staat und Verfassung erwachsen. Der Staat trägt neben den Eltern die Hauptverantwortung für die Erziehung und Bildung der Kinder, schafft damit wesentliche kulturelle Voraussetzungen, von denen er lebt. Er entwickelt eine Kultur des inneren Friedens, die sich nicht auf den Vollzug des Polizeirechts beschränkt, sondern auch ein Bewusstsein der Rücksichtnahme, der Anerkennung des anderen, der Hilfsbereitschaft anregt. Er schafft Einrichtungen der Jugendpflege, der Theater, Opern und Museen, der Universitäten, Forschungsinstitute und Kunsthochschulen, des Krankenhauswesens, der ökonomischen und verkehrstechnischen Infrastruktur. Aus der Freiheit vom Staat wird so auch eine Freiheit durch den Staat.“ Der Staat, so Kirchhofs Fazit, ist „wesentlich für die kulturellen Grundlagen seiner eigenen Existenz und seiner Entwicklung verantwortlich“. (Der kirchliche Beitrag zu Freiheit und Demokratie, Essener Gespräche, Heft 48 [2013], S. 78)

Paul Kirchhof war dazu berufen, auf die über Zwang, Gebot und Verbot hinausgehende Tätigkeit des Staates zur Pflege seiner kulturellen und sozialen Funktionsbedingungen hinzuweisen, denn er hatte sich seit seiner Habilitationsschrift mit jenem verfassungsrechtlichen Grundproblem von verschiedenen Seiten her und in unterschiedlichen Zusammenhängen auseinandergesetzt, – bis heute, wie eine breite Öffentlichkeit unseres Landes über die Lektüre der „Frankfurter Allgemeinen Zeitung“ seit langem wahrnehmen kann.

Paul Kirchhofs öffentliches Wirken und seine Publikationen sind selbst Beiträge der Pflege und Kräftigung einer freiheitlichen Verfassungs- und Rechtskultur der Aufklärung, der bürgerschaftlichen Verantwortung, des Gemeinnsinns und der Rechtschaffenheit. Sie sind Verfassungspflege und dadurch Staatspflege im besten

Sinne. Sie sind ein später, aber kräftiger Nachhall des ewig gültigen Grundsatzes, den die Virginia Bill of Rights vom 12. Juni 1776 an ihrem Ende (Art. 15) mit den folgenden Worten verkündet hat: „Keine freie Regierung oder die Segnungen der Freiheit können einem Volke erhalten bleiben außer durch ein festes Anhalten an Gerechtigkeit, Mäßigung, Enthaltbarkeit, Genügsamkeit und Tugend und durch häufiges Zurückgehen auf grundlegende Prinzipien.“

Zurückgehen auf grundlegende Prinzipien - das zeichnet Paul Kirchhofs gesamtes wissenschaftliches und publizistisches Werk in hervorstechender Weise aus. Kaum ein Beitrag, in dem er nicht mit dem ihm eigenen lapidaren Stil knapper und dichter Sätze an Freiheit und Recht, an Menschenwürde, Demokratie und Verantwortung anknüpft und die Klärung der von ihm behandelten aktuellen Problem- und Streitfragen mit jenen Prinzipien des Grundgesetzes verknüpft.

Paul Kirchhof hat viele Auszeichnungen erhalten. An eine möchte ich hier anknüpfen, den „Jacob-Grimm-Preis Deutsche Sprache“, den er 2005 für seine „Verdienste um die Sprache des Rechts und das deutsche Sprachenrecht“ erhalten hat. Wer Publikationen von Paul Kirchhof liest oder seinen Vorträgen zuhört, wird nicht umhinkommen, den folgenden Sätzen lebhaft zuzustimmen:

„Beredbarkeit heißt nicht, wie manche Ungebildete glauben, eitle Schminke der Sprache, sondern klare und einigermaßen würdevolle Entfaltung des Gemeinten... Ohne sie kann man in keine gewichtige und etwas unklare Sache Licht bringen. Wie oft halten wir nicht ...denjenigen für des höchsten Lobes würdig, der den Richtern oder den Versammelten die Sache gleichsam so vor Augen stellt, dass sie zu einem rechten Urteil oder dem öffentlichen Nutzen entsprechenden Beschluss kommen können. Wenn wir schon die Mathematiker loben, weil sie verwickelte Verhältnisse in Geldangelegenheiten erklären können, wieviel mehr müssen wir dann beredte Männer bewundern, deren Können nicht nur kleinen privaten Nutzen umfasst, sondern Gerichtsurteile, Gesetze und das Wohl des ganzen Gemeinwesens!“

Das sind Sätze, die wie auf Sie, lieber Herr Kirchhof, geprägt klingen. Sie stammen von einem bedeutenden Reformator, der in Heidelberg studiert hat und dann nach Wittenberg ging, von Philipp Melanchthon aus seinem Kommentar von 1527 zu Paulus` Brief an die Kolosser. (Philipp Melanchthon: Glaube und Bildung. Texte zum christlichen Humanismus. Lateinisch/Deutsch [Reclam 8609], Stuttgart 1989, S. 49)

Mögen Sie die deutsche Öffentlichkeit im Allgemeinen und die Rechtswissenschaft unseres Landes im Besonderen noch lange mit Ihren klaren und daher klärenden Beiträgen zu den Problemen unserer Zeit bereichern und erfreuen, lieber Herr Kirchhof!

Freiheit zwischen Zählen und Erzählen, Messen und Ermessen*

PAUL KIRCHHOF

Schillerstraße 4-8, DE-69115 Heidelberg

E-Mail: paul.kirchhof@paul-kirchhof.de

Carl Friedrich Gauß sagt, nicht das Wissen, sondern das Lernen gewähre den größten Genuss. Wir haben heute Vormittag viel gelernt aus den philosophischen, staatsrechtlichen und menschenrechtlichen Grundsatzüberlegungen zu den Gesetzmäßigkeiten der Natur und dem positiven menschlichen Gesetz. Dabei haben alle Referate den Menschen in seiner Freiheit in den Mittelpunkt gerückt. Dieses überrascht nicht. Die außerordentlichen Fortschritte der Gegenwart, die Natur immer mehr naturwissenschaftlich zu begreifen und technisch zu nutzen, hat ihren Ursprung in der Wissenschaftsfreiheit. Und das Recht dient in seinen Verhaltensmaßstäben, Organisationsprinzipien und Verfahren der menschlichen Freiheit. Der Mensch gewinnt Freiheit durch Herrschaft über die Naturgesetzmäßigkeiten. Daneben beobachten wir für das positive Recht, dass die Freiheit des Menschen Auftrag und Maß jeder verfassungsstaatlichen Rechtsordnung ist.

Ich möchte diese Überlegungen aufnehmen und unsere Betrachtungen zu Mensch und Freiheit mit fünf Thesen ergänzen:

- 1) Der Mensch steht in seiner Freiheit in einer Ordnung des Begegnens, der Aufmerksamkeit für andere, der Verantwortlichkeit, die das Recht prägt. Dieses Sein setzt einen Rahmen für das Sollen.
- 2) Der Mensch schafft sich Ordnungen der Wirtschaft, der Politik, des Sports und der Wissenschaften, die für ihren jeweiligen Lebensbereich vernünftig sind, aber in ihrer Teilrationalität auf eine ganzheitliche Freiheit zurückgeführt werden müssen.
- 3) Der Mensch erfährt die Welt in der Subjektivität seiner Sinne, seiner Lebenserfahrung, seines Willens und seiner Neigungen, kann deshalb in den Gegenständen seiner Subjektivität fremdbestimmt sein. Dieses zeigt insbesondere das Leben in einer digitalen Welt.

* Der Vortrag wurde am 15.06.2018 anlässlich der Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille durch die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft gehalten.

- 4) Der Mensch sucht im Einklang mit der Natur zu leben, die teilweise eine eigene Ordnung, auch eine Harmonie hat, oft aber von Widersprüchlichkeiten, Zufälligkeiten und logisch unzugänglichen Strukturen geprägt ist. Diese Natur muss der Mensch sich kulturell, historisch und rechtlich erschließen.
- 5) Der technische Umbruch der Gegenwart eröffnet Freiheitschancen, die den Menschen von Arbeit entlasten und kulturelle Räume der Selbstbestimmung eröffnen.

1. Freiheit in einer Ordnung des Begegnens

Wenn wir den Zusammenklang von Naturgesetz und Parlamentsgesetz verstehen wollen, müssen wir uns zunächst bewusst machen, dass das Recht immer die Beziehungen mehrerer Menschen zum Gegenstand hat. Der auf seiner Insel einsame Robinson Crusoe muss sich mit aller Kraft seines Körpers und seines Geistes gegen die Naturgewalten schützen. Das Recht wird ihn nicht unterstützen, weil es die Natur mit seinen Anordnungen nicht ansprechen kann. Wenn der Hund des Nachbarn über den Gartenzaun springt, wird der dadurch gestörte Eigentümer dem Tier nicht das Gesetz entgegenhalten, sondern den Nachbarn anrufen und ihn auf seine Rechtspflichten hinweisen.

Die Frage, inwieweit der parlamentarische Gesetzgeber von der vorgefundenen Natur angeregt, geprägt oder bestimmt wird, handelt also nicht von dem einzelnen Menschen, der in Vernunft und Freiheit die Welt erkundet, sondern von der Begegnung mehrerer Menschen mit unterschiedlichen Vernünftigkeiten, Lebenssichten, Erfahrungen und Neigungen. Die Grundrechte garantieren derartige Begegnungsfreiheiten. Wer seine Meinung frei äußern will, braucht einen Gesprächspartner. Wer seinen Beruf ausübt, ist auf Klienten, Patienten und Kunden angewiesen. Wissenschaft ereignet sich im Team. Akademische Lehre braucht den vollen Hörsaal. Die Freiheit der Ehe, der Familie, der Versammlung und der Vereinigung sind Gemeinschaftsrechte. Das Recht handelt von diesen Begegnungen in Verschiedenheit, trifft also auf Ungewissheiten, die allein mit Logik und Erfahrung normativ nicht vorausgesagt werden können.

Früher sagte man, die Naturwissenschaftler beantworten die Frage, was der Mensch kann, die Geisteswissenschaftler, was der Mensch darf. Der Naturwissenschaft gelingt die Atomspaltung, die Geisteswissenschaft bemüht sich um einen Atomwaffensperrvertrag. Doch Frage und Antwort gehen gegenwärtig in der naturwissenschaftlichen Forschung ineinander über. Der Genforscher kann die menschlichen Gene totalsequenzieren, sucht aber zugleich Maßstäbe, um die Identität des Menschen zu schützen. Die Entwicklung der Drohne veranlasst einerseits eine Forschung, die den Kriegseinsatz der Drohne vorbereiten will, andererseits Forscheranstrengungen, die der Gefahr eines Vernichtungsinstruments fast ohne Eigenrisiko begegnen wollen. Wer den Schadstoffgehalt und damit

das Umweltrisiko des Dieseltreibstoffs misst, könnte den sofortigen Stopp aller dieselbetriebenen Autos, Schiffe und Flugzeuge fordern. Doch jeder Forscher weiß, dass dieser abrupte Bruch mit herkömmlichen Transportgepflogenheiten nicht möglich ist, vielmehr technisch ein schonender Übergang organisiert werden muss.

Das menschliche Zusammenleben fordert eine Kultur des Maßes. Michelangelo wurde einmal gefragt, wie es ihm gelungen sei, die Figur des David aus dem Marmorblock zu hauen. Seine Antwort war: Ich habe nur das Zuviel an Marmor weggenommen. Diese Antwort kann nur der Künstler geben, der vorher lange den menschlichen Körper seziert, den Marmor eingehend studiert, den Meißel zu führen gelernt, vor allem aber den Genius des Künstlers in sich entfaltet hat. In dieser Qualifikation und Bereitschaft zur Kunst schafft er sein Werk. Er weiß, was zu viel und was zu wenig ist. Er pflegt die Kultur nicht des zählenden, sondern des erzählenden Maßes, nicht des messenden, sondern des ermessenden Beurteilens.

Jedem Forscher, dem es gelungen ist, ein Stück der Natur zu begreifen, ist auch bewusst, dass er damit eine Grundlage menschlichen Wollens dem Bewusstsein erschlossen hat. Wenn wir begreifen können, wie Wind und Wetter entstehen, wie wir zum Schutz ein Haus bauen und hochseetaugliche Schiffe auf die Reise schicken, denken wir zugleich an den Willen des Menschen, ungeschützt im Berg zu wandern und auf den Wellen zu segeln. Die Erkenntnis der Natur gibt dem Recht Entscheidungsgrundlagen. Der Wille des Menschen kann aber auch in die Gegenrichtung dessen verweisen, was die Natur ihm nahelegt.

Auch das Zählen erfordert oft den Übergang zum Erzählen. Als ich vor einiger Zeit in einem Bahnabteil eine deutliche Verspätung der Deutschen Bahn erlebte, blickte mein Nachbar auf seine Uhr und zählte die Minuten, um zu berechnen, welchen Ersatzanspruch gegen die Bahn er gewinne. Andere würden die Verspätung erzählend erläutern. Sie hätten den Beginn eines Examens verpasst, einen Antrag in einem Prozess nicht rechtzeitig stellen können und deswegen ein Versäumnisurteil hinnehmen müssen oder vielleicht sogar ihren Hochzeitstermin nicht rechtzeitig erreicht. Eine Dissertation über den verfassungsrechtlichen Schutz der Ehe hat jüngst eine Schrift zitiert, die empirisch ermittelt hatte, dass zu jeder Ehe ein Mann und eine Frau gehören. Dieses Ergebnis hätte der Autor sich besser von erfahrenen Eheleuten erzählen oder aber durch einen Blick in das Ehegesetz verständlich machen können. Der Mensch stützt seine Freiheit oft mehr auf Ermessen statt auf Messen, auf Erzählen statt auf Zählen.

Wie der Gesetzgeber den Zusammenhang von Freiheitslage und Recht gestalten wird, hängt von der Vorstellung, dem „Bild“ ab, das der Mensch von sich und anderen gewinnt. Sieht er den Menschen eher als Feind, begegnet er ihm argwöhnisch, abwehrend, defensiv, baut Schutzbunker und Fluchtwege. Sieht er ihn als Freund, will er ihm begegnen, mit ihm Gemeinschaften bilden, Aufgaben und Freuden mit ihm teilen. Versteht er den Menschen als Vernunftwesen, setzt er auf dessen Freiheit

und Entscheidungskraft. Sieht er ihn eher animalisch durch Triebe und Instinkte bestimmt, braucht er eine Ordnung, um diese Triebhaftigkeiten zu zügeln und zu zähmen. Anerkennt er seine Würde, sucht er ihn möglichst nicht anzutasten. Soll er ihn heilen, wird der Mensch zum Gegenstand medizinischer Eingriffe oder wissenschaftlichen Sezieren. Das Menschenbild der Verfassung ist der freie, zu Vernunft und Urteilkraft fähige, selbstkritische und gemeinschaftsverantwortliche Mensch, der nach verallgemeinerungsfähigen, intellektuell nachvollziehbaren Maßstäben handelt.

Doch das Recht garantiert eine ganzheitliche Freiheit für den Menschen, so wie er ist. Freiheit gilt nicht nur für vernünftiges Handeln. Andernfalls könnte der Staat eine Vernunftzensur ausüben. Freiheit gilt nicht nur für naturwissenschaftlich einsichtiges Handeln. Andernfalls wären die Menschen zunächst der Tagesrationalität der Naturwissenschaft unterworfen, die sich ständig weiterentwickelt, könnten im Übrigen für wesentliche Bereiche des Lebens – der Geselligkeit, der Künste, der Familie, von Spiel und Sport, von Hoffen, Glauben und Lieben – Freiheit nicht beanspruchen. Der Mensch folgt nicht nur Vernunft und Logik. Er will auch lachen und singen, tanzen und musizieren, staunen und sich verzaubern lassen. Er will träumen. Er will sich aufregen und empören, begeistern und Unmut äußern, bewundern und verehren. Er will frei gehen und sich gehenlassen. Er will auch einmal leichten Sinnes sein und mit seinem leichtsinnigen Tun einen Platz im Recht finden. Würde das Recht nur Vernunft und Logik, nur naturwissenschaftliche Kausalitäten schützen, wäre das nicht menschlich, es wäre inhuman. Wir haben Verständnis, wenn die Mutter dem verlorenen Sohn zum zehnten Mal verzeiht, der Extremsportler erneut zu einem riskanten Flug ansetzt, die Zuschauer dem Fußballstar zujubeln. Dieses Verhalten ist zwar nicht vernünftig aber menschlich.

Bei einem runden Geburtstag hat ein guter Freund, ein forschender Arzt, mir das wohlgemeinte Wort zugerufen: „Werde hundert Jahre alt! Danach, so sagt die Statistik, stirbt kaum noch ein Mensch.“ Mit diesem Satz wünschte er mir Gesundheit und ein langes Leben, wollte mich aber vor allem warnen, Daten, Statistiken und Bilanzen allzu ernst zu nehmen. Der medizinische Empiriker weiß, dass die erhobenen Daten so gut sind wie die gestellten Ausgangsfragen. Dem erfahrenen Steuerrechtler ist geläufig, dass die Bilanz das Jahresergebnis eines Unternehmens darstellt, aber auch Steuern sparen soll. Sie spiegelt die Wirklichkeit des Unternehmens, bekundet aber auch einen Willen des Unternehmers. Der Wille wird in Zahlen verborgen, scheint damit objektiv.

Das Zählen und Messen stößt an seine Grenzen. Der Mensch ist nicht zählbar. Es gibt eine Realität, die wir nicht zählen, sondern nur erzählen können. Wir müssen in unserer heutigen Welt von Naturwissenschaft und Technik die Frage stellen, ob wir neben dem rechtlichen Bild der unveräußerlichen und unantastbaren Menschenwürde und Freiheit auch ein Bild der unzählbaren Freiheit brauchen.

2. Vernunft des Menschen und Unvernünftigkeit von Teilrationalitäten

Freiheit beginnt ihren Siegeszug in der Moderne mit dem Mut, seinen Verstand zu nutzen, dabei nur die verallgemeinerungsfähige Vernunft zu achten. In dieser Kombination von Verstandesleistung und Gleichheitsanspruch hofft der Verfassungsstaat auf das vernünftige Gesetz, dessen Unterscheidungen stets durch einen sachlichen Grund gerechtfertigt sind. Allerdings haben sich in diesem Denken auch Systeme einer Teilrationalität entwickelt, die den Menschen nicht in seiner Ganzheit als Geist und Körper, als ein denkendes und fühlendes, rational und sinnlich handelndes Wesen begreifen.

Das Wettbewerbsprinzip organisiert in Politik, Sport und Wirtschaft Verfahrensregeln, wie unter Menschen, die nach demselben Ziel streben, die besten ausgewählt werden sollen. Maßstab des Wettbewerbs ist eine bestimmte Zählordnung, nach der die bei einer Wahl errungenen Stimmen, die für den sportlichen Wettlauf benötigten Sekunden, der am Markt angebotene Preis demjenigen, der die Bestzahl erzielt hat, den erstrebten Erfolg zuweisen. Er gewinnt das Mandat, die Medaille, erhält den wirtschaftlichen Auftrag. Dieses Verfahren teilt die Menschen in Sieger und Besiegte. Es ist in seiner begrenzten Vernunftperspektive rational, kennt aber keine schonende Humanität gegenüber dem Besiegten. Das Recht der Freiheit fordert deshalb Schutz und Ausgleich auch für die Unterlegenen.

Der Gedanke des wirtschaftlichen Tausches nach dem Prinzip des Wettbewerbs wird gänzlich verfehlt eingesetzt, wenn eine amerikanische Politik nach den Prinzipien des Deal handelt, also nur demjenigen etwas gibt, der eine entsprechende Gegenleistung erbringen kann. Damit werden Menschen aus dieser Politik ausgegrenzt, die arm sind und deshalb nicht bezahlen, ohnmächtig sind und deshalb keine Gegenmächte entwickeln, schlecht ausgebildet sind und deshalb intellektuell nicht erwidern können. Die amerikanische Verfassung sagt dem gegenüber: „Alle Menschen sind von Natur frei und unabhängig und haben gewisse angeborene Rechte.“

Die Gefahr, Vernunft in Teilrationalitäten zu verlieren und damit eine den Menschen gerecht werdende Sichtweise zu verfehlen, hat auch die Wissenschaft erreicht. Naturwissenschaftler können heute die Bedingtheit und die Wirkungsmöglichkeiten des menschlichen Körpers beobachten, mit technischer Hilfe seine Gene entschlüsseln, in einer dem Menschen ohne Technik schlechthin unmöglichen Zwergenwelt der Nanometer messen. Doch wenn empirische Messungen belegen sollen, dass jeder bewussten Handlung eines Menschen messbare Hirnaktivitäten vorausgehen, so folgt daraus nicht, dass der Mensch damit schon festgelegt sei und ähnlich wie bei einem epileptischen Anfall handle, er keinen freien Willen habe, nur fremdbestimmt reagiere.

Der Mensch fügt sich nicht in das Binnensystem naturwissenschaftlicher Kausalitäten und Methodenzwänge, sondern lebt auch jenseits dieser Empirie. Legen

wir das Experiment einmal so an, dass der Mensch nicht handelt, sondern still in seinem Sessel sitzend über sich und seine Welt nachdenkt. Dieses Denken lässt etwas Neues entstehen, das vorher nicht da war – ein Gedanke, der sich von Kausalitäten löst und unserer Alltagserfahrung ständiger Freiheit und bewusster Freiheitsentscheidung entspricht. Oft folgt der Mensch in seinem Handeln auch Gedanken und Maßstäben, die vor dem Handeln entwickelt und mitgeteilt worden sind. Wenn ein Musiker ein Stück nach Noten spielt, ein Baumeister nach einem Plan baut, ein Richter dem Gesetz folgt, so bestimmen Vorgaben schon vor seiner Gehirnaktivität sein Verhalten, lassen ihm auch einen Entscheidungsraum, die vorgegebenen Regeln zu befolgen oder zu missachten. Wenn jemand Durst verspürt und deshalb entscheidet, einen Kaffee und nicht einen Tee zu trinken, ist er in seiner Entscheidungsvorbereitung unbewusst bestimmt, in seiner Entscheidung aber frei.

Wenn der Mensch sein Gedächtnis durch Erfahrung und Erziehung bildet, die Welt in seiner Sprache begreift, erlernt und studiert, um einen eigenen Wissens- und Maßstabsspeicher aufzubauen, so ist dieser Speicher Ausdruck betätigter Freiheit, nicht biologischer Vorbestimmung. Er schöpft aus einem Speicher von Erfahrungen und Erlebnissen, von Wissen und Werten, die er nicht zählen, sondern über die er erzählen kann. Er lebt in seiner Biographie und in seinem Schicksal, das Denksysteme von Kausalität und Zahl sprengt.

Eine rein biologische Welterklärung wird auch daran scheitern, dass sie die Begegnung und das Zusammenwirken der Menschen nicht erklären kann. Ist jemand von einem Terror- oder Kriegsakt betroffen, weil er gerade in der Nähe des Sprengsatzes stand – wir sprechen von Zufälligkeit –, lässt sich dieses Ereignis nicht auf die neuronalen Ströme seines oder des Täters Gehirn zurückführen. Der Mensch handelt frei.

Deswegen gibt es gute und schlechte Verhaltensweisen, richtige und falsche Entscheidungen, individuelle Verantwortlichkeiten, Recht und Unrecht, Schuld und Sühne, vorwerfbares und nicht vorwerfbares Tun. Recht setzt Freiheit voraus.

3. Subjektivität des Beobachtens und Gefahr des Fremdbestimmens

Zudem erlebt der Mensch die Wirklichkeit stets in der Subjektivität seiner Sinne und Erfahrungen. Wer aus der Sauna kommt, empfindet die Gartentemperatur als kühl; wer aus dem Wasser kommt, als warm. Kamille im Botanischen Garten ist ein Heilkraut, im Rosenbeet ein Unkraut. Der Flug nach Afrika ist für den Urlauber ein Ferienvergnügen, für den Abgeschobenen Verbannung.

Eine Realität – ein Haufen Sand – kann nur nach seiner jeweiligen Lage und Umgebung beurteilt werden. Sand in der Sahara ist Gemeingut, hat einen Wert von Null Euro. Sand im Betonmischer ist ein rares Wirtschaftsgut, hat einen Wert

von 50 Euro. Sand im Getriebe ist ein Schaden, muss mit minus 500 Euro verbucht werden. Die alten Griechen lehren uns, dass auch der Ausgangsbefund „ein Haufen Sand“ relativ ist. Sie fragen, wann der Sandhaufen durch Wegnahme von Sandkörnern seinen Charakter als Haufen verliere. Er behalte ihn sicherlich, wenn man ein, zwei oder drei Körner weggenommen habe, habe ihn verloren, wenn nur noch drei Körner übrigblieben. Dazwischen aber gebe es einen weiten Raum der Einschätzung und Bewertung.

Der Mensch denkt sich Ordnungssysteme aus, in deren Subjektivität er die Wirklichkeit begreifen will. Er fügt sich in Zahlen, Daten, Algorithmen, lebt im Takt der Uhren, unterscheidet zwischen Einzelnem und Allgemeinem. Wir erfassen einen Menschen individuell – Friedrich –, ordnen ihn einer Familie zu – der Hohenzoller –, sehen ihn dann in einer Aufgabe und politischen Einheit – von Preußen. Je mehr wir aber sprachlich abstrahieren, desto mehr entschwindet die freiheitserhebliche Individualität im Allgemeinen. Der Mensch verändert oft unbewusst sein Verhalten, wenn er aus der Individualität in eine Gruppe hineintritt. Der Student, der im Dialog sachlich, verständig, selbstkontrolliert erscheint, begegnet uns in einer Vollversammlung aufgeregt und empört. Im Fußballstadion würden wir ihn in einer Gewaltbereitschaft nicht wiedererkennen.

Der willensbestimmte Mensch ist zudem geneigt, die Frage im Sinne seiner bisherigen Erfahrung, seiner Erwartung, seiner Hoffnung zu stellen. Jüngst hat ein Arbeitgeberverband eine Umfrage gemacht, wie viele Arbeitsplätze die Unternehmen in seinem Bezirk in den letzten fünf Jahren neu geschaffen hätten. Die Gewerkschaften haben denselben Sachverhalt mit der Frage ermittelt, wie viele zusätzliche Menschen die Arbeitgeber für sich haben arbeiten und einen Unternehmensgewinn erwirtschaften lassen. In einem Bundesland gab es vor Jahren eine Volksbefragung über ein verändertes Konzept der Müllentsorgung. Die Frage lautete: „Sind Sie für das bessere Müllkonzept?“

Die Subjektivität der Weltbeobachtung hat zur Folge, dass die jeweilige Beobachtungslage Einfluss auf die Vernunft und das Wollen des Menschen gewinnt. Dieses zeigt gegenwärtig insbesondere das Leben in der digitalen Welt. Wir beanspruchen unseren PC immer wieder, um zu senden und zu empfangen, um Wissen zu erschließen, zu speichern und zu kombinieren, die digitalen Medien als kleines Welttheater der Unterhaltung, der Begegnung, der Information und des Kommentars zu nutzen. Doch dabei lassen wir uns auf eine formatierte Freiheit ein. Wir sind bereit, die Daten und Methoden entgegenzunehmen, die andere Menschen in das System eingespeist haben. Wer Literatur sucht, findet die Bücher, die von Verlagen, anderen Nutzern oder Kommentatoren empfohlen worden sind. Wer rechnen will, stützt sich auf die Rechenmethoden, die der Computer kennt. Der freie Mensch muss die Kraft entwickeln, über das im Format von anderen Menschen und ihrem Wollen und Empfinden Vorgegebene hinauszudenken, die formatierte Freiheit wieder zur menschlichen Freiheit zu weiten, Distanz zur Technik zu gewinnen.

Algorithmen beanspruchen Herrschaft über unser Verhalten ähnlich dem Gesetz. Sie kommen nicht aus dem Parlament, sondern aus der Maschine, beanspruchen künstliche Intelligenz, dulden deshalb keinen Widerspruch. Die Menschen, die mit Algorithmen ihre Erfahrungen, Lebenssichten und Absichten verbreiten, bleiben unsichtbar, herrschen, ohne zu verantworten. Ähnliches gilt für die Nutzer von „sozialen Medien“, die Hass, Håme und Gewaltdrohungen – gegen ihre Lehrer, Richter oder Konkurrenten – verbreiten, dabei im Geschäftsmodell des Veranstalters die Sicherheit gewinnen, niemals zur Verantwortung gezogen zu werden. Aus dem subjektiven Recht zur verantwortlichen Freiheit wird eine individuelle Technik der unverantwortlichen Herrschaft. Wir werden unsere Kinder wieder in die verantwortliche Freiheit hineinführen müssen, nach der jeder Mensch bei der Äußerung seiner Meinung, bei der Verbreitung von Schriften und bei Demonstrationen mit seinem Namen und seinem Gesicht für das einsteht, was er tut.

Wir erfahren täglich, dass die Welt weiter und anspruchsvoller ist, als wir sie erkennen können. Das Buch der Natur ist in einer Sprache geschrieben und mit Siegeln versehen, die wir nicht ganz entschlüsseln können. Wir werden mit Rätseln, mit Geheimnissen, mit nicht gestellten und mit unbeantworteten Fragen leben müssen. Wir werden unsere Ideale nie gånzlich erreichen. Wenn der Astronom den Weltraum vollständig zu ermessen sucht, der Arzt den Kranken auf Dauer zu heilen hofft, der Richter Gerechtigkeit gånzlich verwirklichen will, wird er scheitern. Wir werden auch im Spiel das Unvorhergesehene, das Überraschende suchen und genießen. Das Freiheitsrecht erlaubt dem Menschen, sein eigenes Leben autonom in Individualität, Subjektivität und Situationsgebundenheit nach seinem Willen zu gestalten.

4. Unveränderliche Gesetzmäßigkeit und menschlich gesetztes Recht

Wenn wir natürliche und gesetzte Gesetzmäßigkeiten verstehen wollen, fragen wir nach deren Quellen. Die Gesetzmäßigkeiten der Natur findet der Mensch in der Realität vor, das parlamentarische Gesetz wird von den zur Gesetzgebung autorisierten Menschen beschlossen. In beiden Fällen vermittelt uns der Mensch den Maßstab: bei den Naturgesetzmäßigkeiten als derjenige, der diese erkennt, bei den parlamentarischen Gesetzen als derjenige, der diese für verbindlich erklären darf. Der Mensch ist Erkenntnisquelle für Naturgesetzmäßigkeiten, Geltungsquelle für Parlamentsgesetze.

Recht ist gewachsene Kultur, nicht nur aus Natur und Vernunft entstanden. Recht erwächst (a) aus elementaren – „natürlichen“ – Anliegen des Menschen, (b) aus langjähriger, gefestigter Erfahrung mit Grundsatzbedingungen menschlichen Lebens, (c) aus der Entwicklung einer Hochkultur und (d) aus dem Willen des autorisierten Gesetzgebers.

- a) Der Mensch lebt in der Natur und mit der Natur, empfängt insoweit aus diesen Vorgaben Impulse, die das Recht prägen. Er schläft in der Nacht und arbeitet am Tag. Er siedelt sich in fruchtbaren Regionen mit Wasser und Getreidefeldern, nicht in der Dürre an. Er muss essen und trinken, sich bewegen, mit anderen sprechen, wird sich paaren und Nachwuchs zeugen, wird auch denken, wollen, sich darstellen, sich versammeln und sich vereinigen dürfen.
- b) Das Recht empfängt Vorgaben auch aus seinem Antwortcharakter. Recht wird dann unverrückbar und unveräußerbar, wenn es auf urmenschliche Unrechts-erfahrungen und Zukunftshoffnungen antwortet. Wer dem Krieg entronnen ist, fordert Frieden. Wer unterdrückt worden ist, ruft nach Freiheit. Wer gedemütigt worden ist, verlangt Gleichheit. Wer gehungert hat, kämpft für den sozialen Staat. Recht wurzelt in den betroffenen Menschen, muss diesen Menschen einsichtig und verständlich sein. Dieses Recht wird durch die Menschen, nicht in einem Gesetzestext erneuert. Dies ist die Grundidee der Demokratie. Wer Recht fertigt, muss sich aus dem Willen der Betroffenen rechtfertigen. Das Staatsvolk verhält sich zum demokratischen Staat, wie die Hand zum Handschuh. Der Handschuh liegt schlaff darnieder, wird erst lebendig, wenn die Hand in ihn hineinfährt und sich bewegt. Gleiches gilt für den Gesetzgeber. Er soll als Repräsentant des Staatsvolkes nur das regeln, was im Bewusstsein, in den Sinnen, in den Hoffnungen der betroffenen Menschen bereits vorhanden ist.
- c) Zudem entwickelt der Mensch eine ihm gemäße Hochkultur, in der sich die Grundregeln des Rechts verdichten. Das *corpus iuris* sagt: „*honeste vivere, alterum non laedere, suum cuique tribuere*“ („ehrenthaft leben, den anderen nicht verletzen, jedem das Seine geben“). Die Französische Revolution erstrebte die Ideale „Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit“, erklärte dann aber den Adel, die Großgrundbesitzer und den hohen Klerus zu „Vaterlandsverrättern“. Sie verlor so mit der Formulierung „Brüderlichkeit“ ihren Integrationsgedanken. In den nachfolgenden Verfassungen wird das Ideal Brüderlichkeit zu Sicherheit, „Freiheit Gleichheit, Sicherheit“ sind nun die Ideale. Unsere Hymne „Einigkeit und Recht und Freiheit“ entfaltet auch in der Gegenwart einigende und friedensstiftende, also rechtliche Kraft. Das Sprichwort „seine Pflicht und Schuldigkeit tun“ enthält zumindest im Ansatz eine Lehre von Rechtstreue und Verbindlichkeit. Die vorkantische Schlichtheitsregel „Was du nicht willst, das man dir tu, das füg auch keinem andern zu“ deutet einen Kerngedanken modernen Rechts allgemeinverständlich an. Dieses Recht soll unverrückbar, ähnlich den Gesetzmäßigkeiten der Natur *lex aeterna*, angeborenes Recht, „Naturrecht“ sein.
- d) Die meisten Regeln aber, insbesondere zur Verteilung der staatlichen Macht, der Herrschaft über Eigentum, der Organisation von Produktion und Handel, von Ausbildung und Bildung, von Verkehr und Bauwesen müssen von der jeweiligen menschlichen Gemeinschaft gesetzt werden.

Dieses Rechtsverständnis hat praktische Bedeutung. Es begrenzt die in der jüngsten Rechtsgeschichte dem Gesetzgeber zugewiesene fast unbegrenzte Allmacht, die beansprucht, alles sei gesetzlich machbar, sofern nur die anerkannte Autorität das Gesetz in dem vorgesehenen Verfahren beschließe. Die Rechtsgeschichte lehrt, dass Recht in überschaubaren Rechtsgemeinschaften zur Gewohnheit herangewachsen und erst danach vom Rechtsschreiber aufgeschrieben worden ist. Das Parlament regelt das Wesentliche, das vom Staatsvolk gewünscht und verstanden wird, das der Abgeordnete als Repräsentant dieses Staatsvolkes – ohne berufliche Fachqualifikation – beurteilen kann und soll. Demokratie fordert ein Denken und Sprechen des Gesetzgebers, das sich an den betroffenen Bürger wendet, von diesem durch Lektüre des Gesetzblattes verstanden und aufgenommen werden kann. Würden wir diesen selbstverständlichen demokratischen Grundsatz beherzigen, würde das Steuerrecht in einem elementaren Befreiungsakt zusammenbrechen.

Dieses demokratische Recht fordert auch schonende Übergänge beim Rechtswechsel. Das neue Recht kann real erst gelten, wenn es in den Köpfen der Menschen angekommen ist. Kennt der Mensch das Recht nicht, wird er es auch nicht befolgen. Deshalb werden wir in Zukunft Änderungen des Steuergesetzes, die am 31.12. im Gesetzblatt stehen, aber am darauffolgenden 01.01. gelten sollen, nicht beachten müssen, weil der Gesetzgeber weiß, dass wir an Silvester das Bundesgesetzblatt nicht lesen.

Die in der Gesellschaft gebildete Ethik entlastet das staatliche Recht. Je anständiger die Menschen sind, je ehrbarer die Kaufleute handeln, je mehr die Erklärenden nach bestem Wissen und Gewissen aussagen, desto weniger wird und darf das Recht regeln. Je weniger der Gesetzgeber dem Menschen vertraut, desto mehr Rechtsverbindlichkeiten wird er schaffen. Der freiheitliche Staat braucht Freiheitsvertrauen. Deswegen müssen wir vom Menschen und seiner Verantwortlichkeit, seinem Freiheitsethos und seiner Freiheitserfahrung, seinen Hoffnungen und Träumen erzählen. Zählen können wir sie nicht.

Im Ergebnis sind viele Gesetzesregeln in der Wirklichkeit so vorgegeben, dass der Gesetzgeber zwar willentlich über sie disponieren kann, er aber im Bemühen um ein menschengerechtes Recht sich gedrängt sieht, diese Vorgaben aufzunehmen und gesetzlich auszugestalten. Das Recht folgt nicht logisch aus der Natur. Es muss aber kulturell, historisch und rechtlich aus ihr erschlossen werden.

5. Der wissenschaftlich-technische Umbruch als Freiheitschance

Die Rechtsidee vom freien Menschen muss für die jeweilige Gegenwart immer wieder neu definiert und nachjustiert werden. Dies gilt besonders in unserer Zeit, in der die Computer und Roboter, auch die Drohnen unser Alltagsleben fundamental verändern. Wir denken und leben derzeit in einer Erwerbsgesellschaft, in der die

Menschen sich aus ihrem Berufsstatus definieren und ihren Erfolg am erzielten Einkommen messen.

Wenn nunmehr Maschinen die Waren produzieren, Roboter zunehmend die Dienstleistungen übernehmen, Computer Wissen erschließen, im Gedächtnis bereithalten und kombinieren, Drohnen und selbststeuernde Fahrzeuge Verkehr und Transport übernehmen, ereignet sich ein einmaliger Umbruch zur Freiheit. Der Mensch wird von körperlicher Arbeit entlastet. Handelsgeschäfte werden weitgehend digital erfüllt und abgewickelt. Technische Dienstleistungen erbringt der Computer, Transportvorgänge die Drohne und das selbstfahrende Fahrzeug. Algorithmen formulieren und verbreiten Erfahrungen und Verhaltensmaßstäbe. Der PC erfasst, sammelt, verbreitet und kombiniert Wissen, bekundet Willen. Dadurch werden Köpfe und Sinne der Menschen frei für anderes.

Die Griechen und Römer verstanden unter Freiheit insbesondere die Freiheit von den „banausischen“ Tätigkeiten von Handwerk und Handel. Diese Lebenssicht stützt sich auf eine Sklavengesellschaft. Diese ist uns fremd.

Doch könnten wir die technische Befreiung nutzen, um vermehrt ideell von unserer Freiheit Gebrauch zu machen, uns der Familie zu widmen, den Freundeskreis zu pflegen, zu musizieren, zu malen und zu dichten, die Klassiker unserer Kultur zu lesen und zu diskutieren. Wir können uns den Kindern und alten Menschen zuwenden, der Politik und dem Gemeinwohl dienen, ehrenamtlich Menschen in Not und Konflikten begleiten, ermutigen und im praktischen Beistand unterstützen. Die technische Revolution mag den einen oder anderen ängstigen, gibt Anlass, die Herrschaft über die Technik immer wieder zu erneuern, die technischen Programme mit den Wertungen unserer Verfassung auszustatten. Doch bietet die technische Erneuerung eine ungeahnte Chance der Befreiung, die unser Alltagsleben, die rechtlichen Verantwortlichkeiten, die situationsbestimmten Werte und die Grundgestimmtheit in Freiheit verändern wird.

Arbeit haben wir für alle. Doch wir werden entscheiden müssen, ob wir die Finanzierung dieser neuartigen Arbeit dem Staat überlassen, der die Maschinen und die Daten besteuern wird, damit eine Finanzmacht gewinnen würde, die alle Menschen in große Staatsabhängigkeit bringen. Wir können aber auch die Einkommenströme neu leiten und in Lern-, Lebensführungs- und Leitprinzipien eine neue gesellschaftliche Ethik der Leistungsfreiheit entwickeln. Wir würden dann die wichtigste Leistung, das Erziehen der Kinder, als entgeltwürdig anerkennen und deshalb die Mütter dafür bezahlen. Wir könnten in genossenschaftsähnlichen Verbänden die Erfindungs-, Organisations-, Vertriebs- und Reparaturstufen am Erfolg des technisch produzierten Autos beteiligen. Wir werden auch darüber nachdenken müssen, wem wir Aktien und damit die Herrschaft über den Ertrag von Produktionsmitteln überlassen wollen. All dieses sind allenfalls Denkanstöße, keine Lösungsvorschläge. Sie sollen lediglich bewusst machen, vor welch großen Aufgaben die Wissenschaften stehen. Wenn wir diesen Gedanken des Aufbruchs

aufnehmen, gelingt es vielleicht zu guter Letzt doch, einen Hauch Gauß'schen Denkens und Handelns in seiner Weite und Vorrassicht in unserer Gegenwart spürbar zu machen.

DIE BRAUNSCHWEIGISCHE WISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT

VERLEIHT DIE CARL FRIEDRICH GAUSS-MEDAILLE

HERRN
PROFESSOR DR. DRES. H. C.
PAUL KIRCHHOF,

EM. PROFESSOR FÜR ÖFFENTLICHES RECHT UND STEUERRECHT SOWIE
PROFESSOR DISTINCTUS DER RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT HEIDELBERG,

IN WÜRDIGUNG SEINER LEISTUNGEN UND VERDIENSTE AUF DEN GEBIETEN DES
STAATS-, DES VERFASSUNGS- UND DES EUROPARECHTS SOWIE DES
FINANZVERFASSUNGS- UND DES STEUERRECHTS.

HERR PAUL KIRCHHOF HAT SEIT JAHRZEHNEN MIT SEINEN TIEFGEHENDEN, LUZIDEN UND SPRACHMÄCHTIGEN PUBLIKATIONEN ZU DEN GRUNDLAGEN DES DEMOKRATISCHEN RECHTS- UND VERFASSUNGSSTAATES DEUTSCHLANDS IM ALLGEMEINEN UND DES FINANZ- UND STEUERWESENS IM BESONDEREN SOWOHL DIE RECHTSWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG VIELFÄLTIG ANGEREGT UND MITGEPRÄGT ALS AUCH DIE RECHTSPRECHUNG HÖCHSTER GERICHTE NACHHALTIG BEEINFLUSST. WIE KAUM EIN ANDERER STAATSRECHTSLEHRER LIEFERT PAUL KIRCHHOF ZU STAATSRECHTLICHEN GRUNDSATZPROBLEMEN EBENSO WIE ZU AKTUELLEN JURISTISCHEN STREITFRAGEN GEWICHTIGE BEITRÄGE, DIE NICHT NUR DIE EIGENE FACHDISZIPLIN BESCHÄFTIGEN UND BEREICHERN, SONDERN AUCH IN DIE WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN HINEINWIRKEN. BREITE SPUREN HABEN PAUL KIRCHHOFS FORSCHUNGEN, POSITIONEN UND EMPFEHLUNGEN FÜR EIN STEUERRECHT HINTERLASSEN, DAS DEN PRINZIPIEN DER ÜBERSICHTLICHKEIT, GERECHTIGKEIT UND BÜRGERNÄHE ENTSPRICHT.

BRAUNSCHWEIG, DEN 15. JUNI 2018



PROF. DR. RER. NAT. OTTO RICHTER
PRÄSIDENT
DER BRAUNSCHWEIGISCHEN
WISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT

Kirchhof, Paul, Dr. jur. Dr. h. c. mult., Seniorprofessor distinctus der Ruprecht-Karls- Universität Heidelberg

- 1943 in Osnabrück am 21. Februar geboren
- 1953–1962 Humanistisches Gymnasium Karlsruhe mit Abschluss Abitur
- 1962–1966 Studium der Rechtswissenschaften an den Universitäten Freiburg/Br und München
- 1966 Erste Juristische Staatsprüfung, Ludwig-Maximilians-Universität München
- 1968 Dissertation „Der Begriff der hoheitsrechtlichen Befugnisse in Artikel 33 Absatz IV des Grundgesetzes“ und Promotion zum Dr. jur., LMU München
- 1969 Zweite Juristische Staatsprüfung, Stuttgart
- 1970–1975 Wissenschaftlicher Assistent am Institut für deutsches und internationales Steuerrecht der Universität Heidelberg
- 1974 Habilitation mit der Arbeit „Verwalten durch mittelbares Einwirken“ und Venia Legendi für die Fächer Staats- und Verwaltungsrecht, Juristische Fakultät der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- 1975–1981 Ordentliche Professur für Öffentliches Recht und Direktor des Instituts für Steuerrecht, Universität Münster
- 1976–1978 Prorektor der Universität Münster
- 1980–1981 Richter im Nebenamt am Oberverwaltungsgericht Nordrhein-Westfalen
- 1981–2013 Ordentliche Professur für Öffentliches Recht und Direktor des Instituts für Finanz- und Steuerrecht, Universität Heidelberg
- 1984–1985 Dekan der Juristischen Fakultät der Universität Heidelberg
- 1987–1999 Richter des Bundesverfassungsgerichts, Karlsruhe, Mitglied des Zweiten Senats
- 1999 Verleihung des Großen Verdienstkreuzes mit Stern und Schulterband der Bundesrepublik Deutschland
- seit 1999 Mitglied der Europäischen Akademie der Wissenschaften und Künste
- 2000 Verleihung des Österreichischen Ehrenkreuzes für Wissenschaft und Kunst I. Klasse

- seit 2000 Mitglied der Heidelberger Akademie der Wissenschaften und ihr Präsident von 2013–2015
- 2000–2013 Neugründung und Leitung der Forschungsstelle Bundessteuergesetzbuch beim Institut für Finanz- und Steuerrecht, Universität Heidelberg
- 2001–2007 Vorsitzender der Deutschen Steuerjuristischen Gesellschaft
- 2004 Lichtenberg-Medaille der Göttinger Akademie der Wissenschaften
- 2006 Ehrendoktorwürde der Universität Osnabrück
- 2008 Ehrendoktorwürde der Ukrainischen Freien Universität München
- 2014 Verleihung des Bayerischen Maximiliansordens für Wissenschaft und Kunst

Forschungsschwerpunkte:

Staats- und Verwaltungsrecht, Finanz- und Steuerrecht, Europarecht

Schlusswort zur Feierlichen Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft am 15. Juni 2018

KLAUS GAHL

Vizepräsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Hohe Festgesellschaft,

am Ende dieser feierlichen Jahresversammlung der BWG ist zu danken:

den beiden Sekretariatsdamen Frau Petersen und Frau Mumcu für die reiche hintergründliche Arbeit der Vorbereitung der Veranstaltung;

dem Moderator und den Referenten des spannenden Kolloquiums unter dem weitgespannten Thema „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“: Herrn Prof. Dr. Gunther Kühne, Mitglied der BWG, für die klare Einführung in das weite Themenfeld, den Herren Profs. Dr. Otfried Höffe, Tübingen, und Herrn Dr. Christian Starck, Göttingen, und Frau Professorin Dr. Anja Seibert-Fohr, Heidelberg, für die hervorragenden Vorträge „Braucht das positive Recht ein Naturrecht?“ bzw. „Gesetzmäßigkeiten der Natur und Quellen des positiven Rechts“ und „Menschenrechtsschutz im internationalen Menschenrecht“.

Dank auch den beiden Musikerinnen Frau Mirjam Klein, Geige, und Frau Christiane Kroeker, Klavier, für die würdige Mitgestaltung der Feierstunde mit den Werken von Ludwig van Beethoven und Jean Francaix;

Dank auch an Herrn Prof. Dr. Otto Luchterhandt, Mitglied der BWG, aus dessen umfangreicher, schöner Laudatio die Berechtigung der Wahl des diesjährigen Preisträgers für die Gauß-Medaille überzeugend deutlich wurde.

Schließlich gilt unser aller Dank dem verehrten und würdig geehrten Preisträger, Herrn Prof. Dres. h.c. Paul Kirchhof für den bewegenden und nachdenklich stimmenden Vortrag.

Sie haben uns mit Ihrem Thema „Freiheit zwischen Zählen und Erzählen, Messen und Ermessen“ gedanklich in die Mitte, in die Freiheit und Verantwortung zwischen dem Zähl- und Messbaren einerseits und dem erzählend Vermittelbaren und dem abwägend zu Ermessenden andererseits gestellt – d.h. in die Verantwortung zwischen dem faktisch Vorgegebenen und dem mittels Wissen und Urteilsvermö-

gen zu Bewertenden, zwischen Messen und Ermessen. Es geht also um Sach- und Wertentscheidungen, in denen auch unsere menschliche Existenz betroffen ist. Es gilt nicht nur das Gezählte und Gemessene, der Sachverhalt

- sei es im Bereich des Rechts der Schuldfall,
- im Bereich des Sozialen die sozio-ökonomische Situation eines Einzelnen oder von Gruppen oder
- im Bereich des Gesundheitswesens um den Krankheitsfall.

Es geht auch um Wertverhalte der je zu entscheidenden Situation. Sie erfordert die Achtung des Narrativs:

- Wie ist es zu der zu beurteilenden Situation gekommen (die Genese)?
- Welche Normen oder Gesetze sind verletzt (der Status praesens)?
- Und was steht menschlich, individuell und für das Gemeinwesen auf dem Spiel (die Prognose)?

Hierin sind über Sachkenntnisse und Erfahrungen hinaus auch unser Wertbewusstsein und unser kritisches Urteilsvermögen gefordert, um in dem oft offenen Beurteilungsspielraum entscheiden und handeln zu können. Dieser Spielraum ist auch ein normativ geregelter Sozialraum.

Das auch haben Sie, verehrter Herr Prof. Kirchhof, in Ihrem klaren, wunderbaren Vortrag deutlich gemacht: die Freiheit und die Verantwortung für den Einzelnen und für die Gesellschaft.

Freiheit ist nicht ohne Verantwortung. Beide – Freiheit und Verantwortung wie auch die Autonomie – sind ja Beziehungsbegriffe:

- Freiheit **von** vermeintlichen Sachzwängen oder Notlagen und Freiheit **zu** vernunft- und wertgerechtem Handeln;
- Verantwortung für den oder die Mitmenschen im Blick auf einen zu wahrenen Wert, ein Gut
 - sei es die Person um ihrer selbst willen,
 - um des Rechtsschutzes des Einzelnen oder des Gemeinwohls oder
 - um der Gesundheit i. w. Sinne und um unserer Gesellschaft willen.

Aus der Mitte von Verantwortung und Freiheit zwischen Zählen und Messen bzw. dem Erzählen und Ermessen gestaltet sich auch unser Recht. Anknüpfend an das hervorragende Symposium heute Vormittag möchte ich sagen: zwischen Naturrecht und positivem Recht. Auch darin gilt es ja zu vermitteln – welch ein passendes Wort?!

Der Applaus, die Zustimmung zu Ihrem Vortrag ist auch Zeichen des Dankes unserer Festversammlung an Sie, verehrter Laureatus.

Meine Damen und Herren, erlauben Sie mir, mit einem kurzen Zitat von Novalis zu schließen, das wohl auch von Messen und Ermessen spricht: „Wenn man einen Riesen sieht, so untersuche man zuerst den Stand der Sonne – und gebe acht, ob es nicht der Schatten eines Pygmäen ist.“

Sehr geehrte Festversammlung, im Namen der BWG danke ich Ihnen für Ihre ehrende Teilnahme an unserer feierlichen Jahresversammlung mit der Verleihung der Carl Friedrich Gauß Medaille an Herrn Prof. Dr. Dr. Paul Kirchhof.

KOMMISSIONEN UND JUNGE BWG

BWG-Kommission Synergie und Intelligenz: technische, ethische und rechtliche Herausforderungen des Zusammenwirkens lebender und nicht lebender Entitäten im Zeitalter der Digitalisierung (SYnENZ)

REINHOLD HAUX

Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik,
TU Braunschweig und der Med. Hochschule Hannover (PLRI),
Mühlenpfordtstr. 23, DE-38106 Braunschweig, E-Mail: reinhold.haux@plri.de

Hintergrund und Zielsetzung

Wie wird Zusammenleben in Zeiten zunehmender Digitalisierung in Zukunft aussehen? Welche Synergien ergeben sich durch das nun mögliche erweiterte Zusammenwirken von Menschen, Tieren und Pflanzen einerseits und von Maschinen andererseits, in anderen Worten durch ein solches erweitertes Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz? Können wir zwischen bloß zeitgemäßen und angemessenen Formen des Zusammenwirkens unterscheiden? Und können, um angemessene Formen zu erreichen und um zwar zeitgemäße, aber problematische Formen zu vermeiden, Empfehlungen gegeben werden? Lässt sich der Grad des Zusammenwirkens bestimmen? Mit diesen für die Zukunft unserer Gesellschaften wichtigen Fragen befasst sich diese Kommission.

Es besteht mittlerweile ein vermutlich weltweiter Konsens darüber, dass die Digitalisierung erhebliche Veränderungen in praktisch allen Bereichen unserer Gesellschaften bewirkt und dass dadurch unsere gesamten Lebenswelten verändert werden. Die Kommission Synergie und Intelligenz: technische, ethische und rechtliche Herausforderungen des Zusammenwirkens lebender und nichtlebender Entitäten im Zeitalter der Digitalisierung (SYnENZ) der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) befasst sich in grundsätzlicher Weise mit den sich durch diese Entwicklungen ergebenden neuen Formen des Zusammenlebens. Dabei soll es nicht nur um neue Kommunikations- und Interaktionsformen zwischen Menschen gehen. Auch das erweiterte Zusammenwirken mit ‘nicht lebenden’ Objekten (Maschinen, ...) oder mit anderen Lebewesen, in welcher Art auch im-

mer, ist Gegenstand der Kommissionsarbeit. Die SYnENZ-Kommission ist davon überzeugt, dass die vorhandenen und zu erwartenden technischen Möglichkeiten nur gemeinsam mit der Behandlung damit verbundener ethischer und rechtlicher Fragen sinnvoll erarbeitet werden können.

Mitglieder

Die Kommission ist interdisziplinär besetzt. Folgende Professor(inn)en arbeiten in der SYnENZ-Kommission mit (Stand: Ende 2018):

Susanne Beck (Rechtswissenschaften), Holger Blume (Mikroelektronische Systeme), Hans-Dieter Ehrich (Informatik), Klaus Gahl (Medizin), Reinhold Haux (Medizinische Informatik, Sprecher), Engel Hessel (Digitale Landwirtschaft), Meike Jipp (Kognitive Systeme), Nicole Karafyllis (Philosophie), Joachim Klein (Chemie), Rudolf Kruse (Computational Intelligence), Karsten Lemmer (Verkehrsforschung), Otto Luchterhandt (Öffentliches Recht), Michael Marscholke (Medizinische Informatik), Sanaz Mostaghim (Intelligente Systeme), Otto Richter (Agrarökologie), Kerstin Schwabe (Experimentelle Neurochirurgie), Jochen Steil (Robotik) und Lars Wolf (Connected and Mobile Systems).

Bisherige Aktivitäten

Die Kommission hatte 2017 mit ihrer Arbeit begonnen (vgl. BWG Jahrbuch 2017, S. 208-209).

Die Aktivitäten des Jahres 2018 dienten

- (a) der Ausarbeitung von Arbeitsschwerpunkten für mögliche spätere gemeinsame interdisziplinäre Forschung,
- (b) der Vorbereitung eines Symposiums und
- (c) verschiedener organisatorischer Fragen.

Zu (a): Es bestand Einvernehmen in der Kommission, dass die nachfolgend genannten Themen inhaltliche Schwerpunkte für gemeinsame interdisziplinäre Forschung sein können. Kriterien für deren Auswahl waren Originalität, Relevanz und das Potential, diese durch Mitglieder der Kommission gut bearbeiten zu können. Die Themen sind in drei Themenbereiche gegliedert. Diese sollten keinesfalls als getrennte und getrennt bearbeitbare Themenbereiche sondern vielmehr als Koordinaten eines dreidimensionalen Raumes gesehen werden.

Anwendungsgebiete erweiterten Zusammenwirkens:

AG: erweitertes Zusammenwirken in Medizin und Gesundheitsversorgung

AL: erweitertes Zusammenwirken mit Tieren und Pflanzen in der Landwirtschaft

AM: physische und virtuelle Mobilitätsformen im erweiterten Zusammenwirken

ethisch-rechtliche Aspekte im erweiterten Zusammenwirken ...

EA: ... zu Autonomie und Verantwortung

EK: ... zu Individualität und Kollektivität

EN: ... zu Individualisierung und Normierung

methodisch-technische Aspekte des erweiterten Zusammenwirkens ...

MI: ... zu maschineller und menschlicher Intelligenz und zur Robustheit

MK: ... zur Kooperation mittels Schwarm-Intelligenz

MW: ... bei der Evaluation dieses Zusammenwirkens

Zu (b): siehe Abschnitt „Geplante Aktivitäten“.

Zu (c): Die Kommission hat ihren Namen und ihr Namenskürzel modifiziert. Der Name Synergie und Intelligenz (gefolgt von demselben Langtitel) sowie das Kürzel SYnENZ anstelle von terZED wurde als passender angesehen. Für diesen neuen Namen wurde ein Logo in einer deutschen und einer englischen Variante erarbeitet, das nachfolgend dargestellt ist.



Klaus Gahl, Meike Jipp und Rudolf Kruse sowie Nezahat Mumcu (BWG) und Ute Zeisberg (PLRI) erklärten sich bereit, gemeinsam mit dem Sprecher der Kommission einen ‘kleinen Kreis’ zu bilden, der sich bei der Planung des Symposiums und des gemeinsamen Forschungsvorhabens engagiert.

Im Berichtszeitraum 2018 gab es zwei Sitzungen der Kommission: die 4. Sitzung fand am 19.6., die 5. Sitzung am 25.9. statt. Der kleine Kreis traf sich im Berichtszeitraum 2018 am 25.6., 2.7., 6.8., 20.8., 24.9., 15.10., 5.11., 12.11., 26.11. und 10.12.2018

Geplante Aktivitäten

Am 14. und 15. Februar 2019 wird das 1. BWG-Symposium über das Zusammenwirken von natürlicher und künstlicher Intelligenz im Informatik-Zentrum der

TU Braunschweig und in der Dornse des Braunschweiger Altstadttrathauses stattfinden. Veranstalter des Symposiums sind die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft und die Technische Universität Braunschweig in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V. und dem Johann Heinrich von Thünen-Institut. Für das Symposium konnten namhafte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler als Vortragende gewonnen werden. Details zu dem Symposium befinden sich in dem nachfolgend dargestellten Flyer. Zu diesem Symposium soll ein Tagungsband bei Springer VS herausgegeben werden. Auch auf der Basis der Ergebnisse des Symposiums sollen die Überlegungen zu interdisziplinärer Forschung fortgesetzt werden.

„Junge BWG“

Eine Initiative der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Niedersachsen

JANINA BAHNEMANN

Institut für Technische Chemie, Leibniz Universität Hannover,
Callinstrasse 5, DE-30167 Hannover, E-Mail: jbahnemann@iftc.uni-hannover.de

Zu Beginn des Jahres 2018 wurde in Gesprächen mit mehreren Mitgliedern der BWG die Idee geboren, ein interdisziplinäres Netzwerk von jungen Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern in Niedersachsen zu gründen.

Aus der ursprünglichen Gründungsidee ist im Laufe des Jahres bei mehreren Treffen ein spannendes und vielversprechendes Konzept entstanden. Gemeinsam mit fünf jungen, motivierten Gründungsmitgliedern und der tatkräftigen Unterstützung aus den Reihen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) konnte im November eine Satzung für die „Junge BWG“ ausgearbeitet werden. Als Sprecherin der „Jungen BWG“ wurde Dr. Janina Bahnemann gewählt. In der Plenarversammlung vom 14.12.2018 wurde die „Junge BWG“ als Arbeitskreis der BWG einstimmig beschlossen und die ausgearbeitete Satzung angenommen.

Die „Junge BWG“ bildet ein interdisziplinäres Netzwerk von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus Niedersachsen, die sich regelmäßig treffen und eine Plattform für einen fächerübergreifenden, wissenschaftlichen Austausch schaffen sollen. Beispielsweise ist geplant, dass gemeinsame Workshops, Konferenzen (z.B. „Scientific Cooperation between Lower Saxony and Israel“) oder Summer Schools organisiert werden, Seminarvorträge stattfinden und neue Projektkooperationen entwickelt werden. Die Mitglieder der „Jungen BWG“ sollen in ihrem wissenschaftlichen Werdegang auch von Mitgliedern der BWG individuell gefördert werden. Sie können als Gäste an den Klassensitzungen der BWG teilnehmen.

Das Team der „Jungen BWG“ besteht derzeit aus elf engagierten, jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus verschiedenen Fachbereichen, die durch das enge Netzwerk wissenschaftlich gefördert und in ihrer Karriere unterstützt werden sollen. Zu den aktuellen Mitgliedern zählen (Stand Dezember 2018):

Dr. Janina Bahnemann (LU Hannover), Dr. Katrin Dohnt (TU Braunschweig), Dr. Viktoria Burke (Uni Oldenburg), Dr. Björn Krenz (DSMZ Braunschweig), Dr. Christine Minke (TU Clausthal), Dr. Carolin Kosuch (Uni Göttingen), Dr. Dag Heinemann (LU Hannover), Dr. Dominik Schillinger (LU Hannover), Dr. Marlin Ulmer (TU Braunschweig), Dr. Philipp Klahn (TU Braunschweig) und Dr. Alexander Waszynski (TU Braunschweig).

Richtlinien „Junge BWG“

(Stand 14.12.2018)

§1

Die „Junge BWG“ bringt Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus Niedersachsen zusammen, um sie in einem engen Netzwerk wissenschaftlich zu fördern und in ihrer Karriere zu unterstützen. Fachübergreifend sollen Gespräche und Diskussionen mit Entscheidungsträgern aus Wissenschaft, Kultur und Wirtschaft geführt werden. Interdisziplinäre Forschungsthemen sollen gefunden und weiterentwickelt werden. Die Mitglieder der „Jungen BWG“ sollen in ihrem wissenschaftlichen Werdegang von Mitgliedern der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) individuell gefördert werden.

§2

Die „Junge BWG“ führt dazu Veranstaltungen durch, die interdisziplinären Forschungsthemen gewidmet sind und/oder den wissenschaftlichen Berufsweg begleiten. Die Mitglieder der „Jungen BWG“ werden bei der alle zwei Jahre stattfindenden Konferenz „Scientific Cooperation between Lower Saxony and Israel“ aktiv mitwirken und diese mitgestalten. Darüber hinaus sollen Mittel eingeworben werden, mit denen weitere Workshops, Summer Schools etc. durchgeführt werden können.

Struktur und Mitgliedschaft

§3

Die „Junge BWG“ wird als Arbeitsgruppe der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft geführt und bei den Arbeiten und Veranstaltungen von der BWG unterstützt. Die BWG wirbt Finanzmittel bei Partnerinstituten ein, die der „Jungen BWG“ bereitgestellt werden, um Reisekosten etc. zu decken.

§4

Der „Jungen BWG“ sollen maximal 30 Mitglieder angehören. Von ihnen wird eine aktive Gestaltung der erwähnten Aufgaben und Ziele erwartet.

Vorschläge zur Aufnahme in die „Junge BWG“ können sowohl durch Mitglieder der „Jungen BWG“ als auch der BWG eingebracht werden. Die „Junge BWG“ entscheidet über eine Aufnahmeempfehlung an den Präsidenten/die Präsidentin der BWG. Die Berufung erfolgt über die Präsidentin/den Präsidenten der BWG.

Die Mitgliedschaft in der „Jungen BWG“ richtet sich an jüngere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die nach der Promotion eine mindestens zweijährige

Berufserfahrung in Wissenschaft, Kultur oder Wirtschaft nachweisen können. Die Mitgliedschaft in der „Jungen BWG“ ist in der Regel auf 6 Jahre beschränkt. Es wird angestrebt, dass maximal fünf Mitglieder aus einer Disziplin kommen.

§5

Die Mitglieder der „Jungen BWG“ erhalten für die Dauer ihrer Mitgliedschaft den Status eines Gastes in den Klassen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

§6

Die „Junge BWG“ wählt für zwei Jahre eine(n) Sprecher(in) und zwei stellvertretende Sprecher(innen). Dieses Gremium ist für die Durchführung der Sitzungen der „Jungen BWG“ verantwortlich und vertritt die „Junge BWG“ nach außen und innerhalb der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Es stellt eine Geschäftsordnung auf, die weitere administrative und organisatorische Aufgaben festlegt. Jährlich muss mindestens eine ordentliche Mitgliederversammlung in Braunschweig durchgeführt werden. Die „Junge BWG“ ist mit einfacher Mehrheit der anwesenden Mitglieder beschlussfähig.

SYMPOSIEN UND KOLLOQUIEN

14. Bioethik-Symposium “Roboter im Operationssaal“

Veranstaltungstag: am Mittwoch, 07.02.2017, 14:00 bis 18:00 Uhr

Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
TU Braunschweig
Prof. Dr. Otto Richter, Präsident der BWG
Prof. Dr. Klaus Gahl, Vizepräsident der BWG
Prof. Dr. Reinhold Haux, Peter L. Reichertz Institut für Med.
Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen
Hochschule Hannover, Mitglied der BWG
Prof. Dr. Jochen Steil, Institut für Robotik und Prozessinfor-
matik der TU Braunschweig

Veranstaltungsort: Haus der Wissenschaft, Pockelsstraße 11,
5. OG, Raum Veolia/Weitblick

Das 14. Bioethik-Symposium fokussierte auf die vielfältigen Auswirkungen des zunehmenden Einsatzes von Robotik und Digitaltechnologie im Operationssaal. Es beleuchtete dabei vor allem die Perspektiven von Patienten, Ärzten und Operationsteams und die Veränderungen, die sich in deren Beziehungen zueinander ergeben und die in technisch geprägten Diskussionen oft vernachlässigt werden. Welche Arbeiten verändern sich durch den Einsatz der Technologie? Was erwarten die Patienten und was wird ihnen geboten? Welche Anforderungen werden an die Chirurgen gestellt und was qualifiziert sie für die Nutzung von Robotern? Welches technische Know-How wird benötigt? Wie verändern sich Rollen und Kommunikation im Team und die Abläufe im Operationssaal?

Welche Implikationen für Haftung, Zurechnung von Verantwortung und Überprüfbarkeit ergeben sich? Wer darf, kann oder muss die vielfältigen Daten auswerten und mit welchen Interessen? Werden neue Normen gesetzt, was eine gute Operation ist, und welche Abweichungen von der Operationsnorm sind tolerabel? Wie soll Lernen organisiert werden und was müssen Chirurgen noch können?

Die Vielfalt dieser Fragen zeigt, dass sich viele indirekte Veränderungen durch den Technikeinsatz ergeben, die zahlreiche ethische Fragen aufwerfen. Wie die Perspektive der Patienten und Ärzte ist, welche technologischen und juristischen

Aspekte berücksichtigt werden sollten, und wie die ethischen Fragen systematisiert werden können, wurden von unseren Experten aufgezeigt und unter der Moderation von Prof. Haux diskutiert.

Programm:

14.00 Uhr

Prof. Dr. Otto Richter

Begrüßung

14.10 Uhr

Prof. Dr. Reinhold Haux

Moderation und Einführung

Roboter im Operationssaal ...

14.20 Uhr

... aus chirurgischer Sicht:

PD Dr. Dominique Finas

Klinik für Gynäkologie und Geburtshilfe, Klinikum Magdeburg

15.05 Uhr

... aus Sicht der Informatik:

Prof. Dr. Jochen Steil

Institut für Robotik und Prozessinformatik der TU Braunschweig

16.20 Uhr

... aus juristischer Sicht

Prof. Dr. Susanne Beck

Kriminalwissenschaftliches Institut der Leibniz Universität Hannover

17.05 Uhr

... aus ethischer Sicht

Prof. Dr. Arne Manzeschke

Fachstelle für Anthropologie und Ethik im Gesundheitswesen an der Evangelischen Hochschule Nürnberg

17.50 Uhr

Schlusswort

Prof. Dr. Klaus Gahl

„Roboter im Operationssaal“

**Bericht über das 14. Bioethik-Symposium
am Mittwoch, 07. Februar 2018, 14.00 –18.00 Uhr
im Haus der Wissenschaft, Pockelsstraße 11, Braunschweig**

KLAUS GAHL

Vizepräsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

„Roboter im Operationssaal“ – Fluch oder Segen? Vertrauen und Hoffnung weckend oder in der gefürchteten Anonymität und Technisierung unheimlich und beängstigend? Chancen für verbesserte Therapiemöglichkeiten und/oder Gefahr weiterer Entpersönlichung und der Dehumanisierung der Medizin? Auf jeden Fall ein weites Feld von praktischen, medizinischen, apparativen, organisatorischen, juristischen und ethischen Herausforderungen der sich rasant entwickelnden Bio- und Informationstechnologie für die Medizin, denen das 14. Bioethik-Symposium am 7. Febr. 2018 gewidmet war.

Nach der Begrüßung durch den Präsidenten der BWG, Herrn **Prof. Dr. Otto Richter**, führte Herr **Prof. Dr. Reinhold Haux**, Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover, in die vielfältige Problematik ein.

Herr **Priv.-Doz. Dr. med. habil. Dominique Finas**, Chefarzt der Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe am Klinikum Magdeburg, eröffnete das Programm aus chirurgischer Sicht mit einem Blick auf die Geschichte der Roboter-Nutzung in der Medizin, die sehr schnell die „Roboethics“ (2002) wachrief; bereits 2004 etablierte sich ein „technisches Komitee für Roboterethik“. Inzwischen haben mehr als 250 europäische Forschungsinstitutionen Kriterien für sog. Roboter-Ethik erarbeitet: sichere Funktion der genutzten Systeme, Verhinderung von Missbrauch, Aufzeichnung und Rückverfolgbarkeit aller Aktivitäten und Schutz aller Daten (EURON-Netzwerk).

Gestützt auf seine eigene Erfahrung in der gynäkologischen Chirurgie stellte der Referent Vor- und Nachteile „konventioneller“ und „robotischer“ Laparoskopie (Bauchspiegelung) dar mit der überzeugenden Überlegenheit der neuen Methode: bessere endoskopische Sicht, mögliche Kombinationseingriffe an Bauchfell und Unterleibsorganen, die Eignung auch für adipöse Patient(inn)en. Dennoch betonte Finas, dass der kooperierende Roboter Assistent des Operators in der

Entscheidungsfindung und der Ausführung sei und nicht so bald den erfahrenen Operateur ersetzen werde. Wohl aber wird nicht nur für den operierenden Arzt die Medizin technischer, auch für den Anästhesisten und für die Operationsschwester werden sich die Aufgaben zur reinen Kontrollfunktion der weitgehend selbständig arbeitenden Systeme verändern. Wer aber beherrscht Komplikationen oder unvorhersehbare Variationen im Operationsfeld? Benötigen wir im Operationssaal doch noch Menschen, die im Notfall eingreifen? Können Roboter als simulierende Trainingspartner Handlungsrichtlinien für kritische unvorhergesehene Situationen entwickeln und umsetzen? Ist der Operationsroboter ein alleinstehendes, automatisches oder ein in die Situationsbeurteilung, in Handlungsentscheidungen und -konsequenzen integriertes System? Eingedenk der technischen Fortschritte der multimodalen Krebstherapie sind spezialisierte multidisziplinäre Behandlungs- und Forschungszentren unabdingbar. – Ökonomische Aspekte wie die immensen Entwicklungskosten bis zur praktischen Implementierung, die Anschaffung, Wartung, organisatorische und räumliche Bereitstellung erklären die extremen Behandlungskosten. Wichtig sind Kontrollierbarkeit und Bewertbarkeit (Qualität der Operation, Sofort- und Langzeit-Ergebnisse, zeitliche Effektivität und Effizienz, der materielle und personelle Aufwand).

Der Referent demonstrierte einige der heute bereits praktizierten Roboter-Eingriffe (im Bauch, an Hüftgelenk, Wirbelsäule, Gehirn, Augen), die stets einer strengen Selektion, Indikation, Evaluation und Dokumentation bedürfen. Zu berücksichtigen sind das aktuelle Krankheitsbild, der zu erwartende Spontan- und der postoperative Verlauf, die prozedural bedingte Letalität, die personellen und organisatorischen Rehabilitationsmöglichkeiten. – Der Vortrag machte gleichermaßen Chancen und Gefahren der Roboter-Chirurgie deutlich.

Der Informatiker **Prof. Dr. Jochen Steil**, Institut für Robotik und Prozessinformatik der TU Braunschweig, zielte auf die Dokumentations- und Prozessinformatik, die vor, während und nach Roboter-Eingriffen dringend erforderlich ist. Das ermögliche Qualitätsvergleiche und die Entwicklung situations- und geräteadaptiver Standards. Nicht nur der Operateur sondern auch der Roboter gewinne Erfahrungen und Selbständigkeit. So kompensiert „DaVinci“ nicht nur den Tremor des Chirurgen, sondern beeinflusst durch sein Informationsdisplay auch stark die Kommunikation und Koordination im Operationssaal. Eine maschinelle Autonomie sei aber (derzeit) nicht in Sicht; „noch brauchen wir ein besseres Verständnis dafür, was die hybride ‚Mensch-Maschine-Interaktion‘ im Operationssaal eigentlich ist.“ Die Interaktion spielt sich in einem hochkomplex verschachtelten Netzwerk ab. Zu warnen ist vor einer unangemessenen Datenbegeisterung, vor „digitaler Ungeduld“, vor (bisher) nicht einlösbaren Versprechungen seitens der Anwender und unrealistischer Erwartungen der betroffenen Patienten. Funktion und deren Verbesserung und Handhabung sind Wechselwirkungsprozesse, die Technologie, Softwaredesign und artifiziell-intelligente Algorithmen einschließen. Roboter-Assistenz erfordert „Maschinen-Intelligenz“ vom Know-how des Herstellers zu

der Software-Entscheidung und der den Prozess beurteilenden Effektivität und Effizienz. Diese Technik verlangt auch eine transparente Fehlererkennung und -interpretation. Der aktuelle Stand zeigt die teil-autonomen Glieder im Funktionsräderwerk von Roboter-Assistenz-Systemen, eine gegenüber konventionellen Methoden verbesserte Quantifizierbarkeit der berührten Gewebe. Die Dynamik und die Kompetenzen im Behandlungsteam ändern sich und stellen immer wieder neue Anforderungen. Auch der Patient stellt Fragen nach Sicherheit und Nutzen, nach Gefahren und Erfolgsaussichten seiner medizinischen Behandlung.

Der Skizzierung der medizinischen, apparativen und organisatorischen Probleme folgte die detaillierte Darlegung des „juristischen Neulands“ durch Frau **Prof. Dr. Susanne Beck**, Kriminalwissenschaftliches Institut der Leibniz-Universität Hannover. Der Umfang der Aufklärungspflicht seitens des Arztes (§ 630 BGB) oder der Einwilligung (§ 630d BGB) seitens des Patienten erweitert sich um die Information darüber, dass Roboter-Operationen sich bisher nicht auf die meist große Erfahrung der konventionellen Chirurgie stützen und die möglichen Risiken und Langzeiterfolge noch wenig abgeschätzt werden können. Deswegen kann es derzeit keine Pflicht zum Einsatz dieser Methoden geben, solange die Standardtechniken gesicherte Ergebnisse belegen. Der Behandlungsvertrag zwischen dem Arzt und dem Kranken und der Klinik impliziert auch bei den bislang praktizierten Methoden keine Erfolgsgarantie. Haftungsfragen orientieren sich am sorgfaltsge-mäßen Verhalten. Für die Geräteausrüstung gilt das Produkthaftungsgesetz, ggf. mit zivil- und strafrechtlichen Konsequenzen (Erstattung von Schädigungen oder Schmerzensgeld bzw. Geld- oder Freiheitsstrafen mit den sozialen Folgen bei nachweislicher Fahrlässigkeit) im Schadensfall. Hier ist zu beachten, dass der die Roboter-Operation durchführende Chirurg für das medizinische Personal und die institutionsangehörigen Techniker verantwortlich zeichnet (Verpflichtung zur ad-äquaten personellen und apparativen Infrastruktur und Organisation), wohingegen der Roboter den Verpflichtungen des Herstellers unterliegt (MedProdGes §§ 1-6) im komplexen Feld nationaler und internationaler (EU-) Regelungen.

Ein Sonderproblem stellt der Umgang, die Dokumentation, die Verarbeitung und Weiterverwendung der in hohem Maße anfallenden patientengebundenen und technischen Daten dar. Die notwendige Nutzung vor allem der an die Robotik gebundenen Daten bringt die Gefahr des Zugriffs von außen bzw. die Verletzung der Schweigepflicht des Behandlungsteams i. w. S. Noch sind viele rechtliche Fragen (Haftung bei apparativ bedingten Behandlungsfehlern trotz bestmöglicher Sorgfalt, Produkt- und Produzentenhaftung, letztendliche „Gesamtverantwortung“) nicht hinreichend geklärt. Deswegen ist eine optimale, engmaschige Information und Kooperation mit anderen Medizin-Robotik praktizierenden Einrichtungen dringend erforderlich.

Ein weiteres Problemfeld eröffnete **Prof. Dr. Arne Manzeschke**, Fachstelle für Anthropologie und Ethik im Gesundheitswesen an der Evangelischen Hochschule Nürnberg, mit den ethischen und anthropologischen Aspekten der Mensch-Maschi-

ne-Kooperation der Operationsrobotik. Mit ihr werden „hybride“, der Autonomie der Handelnden assistierende Operationen durchgeführt in einem medizinischen Neuland, das die akribische voraus- und rückblickende medizinische und apparative, technologische und organisatorische Begründung und Überwachung der Qualität und der Effekte der Kooperation erfordert. Die ursprüngliche Kranker-Arzt-Beziehung geht in einem komplexen Netzwerk auf, das von der Ermittlung des Krankheitszustandes, der personengebundenen und biologischen Datenerfassung, -Dokumentation und -Verarbeitung und Integration in fremde Datensätze und mehr oder weniger „selbständig“ funktionierenden Roboterhandlungen reicht. Das „Expertensystem“ umfasst hochleistungsfähige Rechner (für „Big Data“) mit speziellen Algorithmen und mit dem Zugriff auf weltweite Datenbanken, die – die Entscheidungsfindung unterstützend – Vergleiche des Behandlungsfalles mit ähnlichen Situationen, den Abgleich von Behandlungsmethoden auf ein optimales „outcome“ ermöglichen. Der Referent betonte, dass auch unter diesen Entscheidungen und Handlungen verändernden Bedingungen nach wie vor die Maximen hippokratischer Medizinethik gelten und angesichts der neuen Möglichkeiten entsprechend erweitert werden müssen.

Die neue Kooperation von Mensch und Maschine beeinflusst auch das bisherige instrumentell-assistierende Verständnis der Technik, das fundamentale Verständnis der Moral (Handlungsorientierung!) und des Rechts (Verantwortung und Rechenschaft!). Das bedarf einer Neubewertung der hybriden Kooperation von Mensch und Maschine mit der treuhänderischen Integration der Medizin-Informatik in die Handlungsprozesse. Zu beachten ist die weitreichende Vulnerabilität des „Systems“, die mit der Komplexität der Vernetzung zunimmt – eines Systems, in dem der Kranke und auch die Personen des Teams einen fundamentalen Wandel ihres Selbst- und Berufsverständnisses durchmachen. Begegnung und Verantwortung sind in Gefahr, ihre leiblich-unmittelbare und personal-menschliche Beziehung zum kranken Menschen zu verlieren. Wer oder was bestimmt die Selbsterfahrung und Selbstbestimmung in diesem System eines weitestgehend technisch geprägten Erfahrungs- und Handlungshintergrundes? Die „Autonomie“ der immer lern- und leistungsfähigeren Systeme tritt zunehmend in Konkurrenz zur menschlichen Autonomie, wenn Mensch und Maschine mehr und mehr verschmelzen („Cyborgisierung“). Die Zielsetzung im Handeln muss auch in der instrumentell-kooperativen medizinischen Behandlungsrobotik der kranke Mensch bleiben.

Fazit: Die besonnen-kritischen Vorträge haben dem engagierten Publikum Chancen und Risiken der medizinischen Operationsrobotik deutlich gemacht: die Gefahren nicht nur im medizinischen und technologischen Bereich sondern auch auf der individual- und sozialetischen und anthropologischen, der genuin menschlichen Ebene der hybriden „Verschmelzung“ von Mensch und Maschine. Ein bewegendes Symposium zu brisanten Fragen medizinisch-technischer Entwicklungen mit ihren Konsequenzen!

Internationales Kolloquium „Erforschung und Erhaltung der Phytodiversität“

anlässlich des 70. Geburtstages von

Professor Dr. rer. nat. habil. Dietmar Brandes

Leiter der AG Vegetationsökologie,
Institut für Pflanzenbiologie der TU Braunschweig,
Ltd. Bibliotheksdirektor a. D. der Universitätsbibliothek der TU Braunschweig,
Altpräsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Veranstaltungstag: am Montag, 16.03.2018, von 10.00 bis 18.00 Uhr

Veranstaltungsort: Hörsaal des Instituts für Pflanzenbiologie der TU Braunschweig,
Humboldtstraße 1, 38106 Braunschweig

Programm:

10.00 – 10.30 Uhr

Begrüßung

Dr. Christiane Evers

Institut für Pflanzenbiologie, AG Vegetationsökologie
TU Braunschweig

Grußworte

Prof. Dr. Dieter Jahn

Vizepräsident für Forschung, Wissenschaftlichen Nachwuchs und Internationales,
TU Braunschweig

Prof. Dr. Otto Richter

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Prof. Dr. Ralf Mendel

Geschäftsführender Leiter des Instituts für Pflanzenbiologie, Mitglied der BWG

Ruderalvegetation und Biodiversität

10.30 – 10.55 Uhr

Prof. Dr. Ingo Kowarik

„Urbane Ruderalvegetation – allgemeine Wertschätzung oder nur ein Fall für Spezialisten?“

10.55 – 11.20 Uhr

Dr. Hans-Helmut Poppendieck

„Vegetation der Mittelstreifen innerstädtischer Haupt- und Schnellstraßen“

11.20 – 11.30 Uhr

Grußworte

Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla

Präsidentin der TU Braunschweig

Mediterranraum

11.50 – 12.15 Uhr

Prof. Dr. Erwin Bergmeier

„Ruderalvegetation Kretas – Ein Überblick“

12.15 – 12.40 Uhr

Prof. Dr. Ulrich Deil

„Felsenhabitats als Refugien und Evolutionszentren für Pflanzen“

12.40 – 13.05 Uhr

Uwe Raabe

„Auf der Suche nach einem der am stärksten gefährdeten Ackerunkräuter Europas – *Silene longipetala*“

Biodiversität und Artenschutz

14.30 – 14.55 Uhr

Dr. Andres Zehm

„Vom Wissen zum Handeln – Botanischer Artenschutz in Bayern“

14.55 – 15.20 Uhr

Dr. Peter Gaußmann

„Zur Bedeutung von linearen Raumstrukturen für das Wanderverhalten und die Ausbreitung gebietsfremder Pflanzenarten im Ruhrgebiet“

15.20 – 15.45 Uhr

Prof. Dr. Klaus Adolphi

„Anmerkungen zur Bekämpfung „invasiver“ Arten“

16.10 – 16.35 Uhr

Prof. Dr. Dietmar Zacharias

„Zur Biodiversität der Pflanzen in unserer Ernährung“

16.35 – 17.00 Uhr

Prof. Dr. Agnieszka Piernik

„Saline Vegetation in Poland“

17.00 – 17.25 Uhr

Prof. Dr. Thomas Kaiser

„Flora der historischen Parkanlagen Celles“

17.25 – 17.50 Uhr

Dr. Hans-Ulrich Kison

„Die Flechten des Nationalparks Harz“

Abschlussbemerkung

Symposium und Workshop „Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“

- Veranstaltungstag: Freitag, 30.11.2018, 13:00 bis 18:45 Uhr
- Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Herzog Anton Ulrich-Museum Braunschweig
- Veranstaltungsort: Foyer des Apoll, Akademie der Bildhauerei und Akademie der Malerei, Herzog Anton Ulrich-Museum, Museumstraße 1, 38100 Braunschweig

Bücher, Bilder, Filme, Tonaufnahmen, Internetseiten, Emails, Blogs, Chats, amtliche Dokumente wie Anträge, Bewilligungen, Steuererklärungen, aber auch Verträge, Gerichtsprotokolle, Behördenakten, Geschäftsunterlagen usw. liegen zunehmend in digitaler Form vor. Oft gibt es keine Papierfassungen mehr. Dies gilt insbesondere für den steten Strom der Massendaten, die aus den Beobachtungs- und Messstationen sowie den Labors der Naturwissenschaften und Technik, den Einrichtungen der Medizin, den sozialen Medien usw. anfallen. Darunter sind Kulturgüter, die es wert sind, der Öffentlichkeit nachhaltig zugänglich gemacht zu werden.

Aber wie destilliert man sie heraus? Die Gewinnung und Auswahl der Dokumente für das kulturelle Erbe ist eine klassische Aufgabe der Archivierung. Wie filtern wir aus der riesigen Flut digitaler Daten die kulturell relevanten heraus? Und wie bewahren wir sie langfristig auf?

Digitale Speichermedien haben eine sehr begrenzte Lebenszeit. Wie speichern wir die Daten so, dass langfristig keine Inhalte verloren gehen – oder auch nur der Zugang zu ihnen? Und wie präsentieren wir sie den Benutzern? Digitale Bibliotheken, Archive und Sammlungen bieten über das Internet eine neue Qualität des Zugangs für Besucher und Benutzer. Wie könnten innovative Such-, Navigations- und Visualisierungstechniken aussehen?

Das Symposium beleuchtete einige dieser Fragen schlagartig.

In einem nachfolgenden Workshop wurde die Thematik in einem kleinen Kreis eingeladener Teilnehmer/innen aus verschiedenen Disziplinen vertieft diskutiert, um eine gemeinsame Sichtweise auf die anstehenden Probleme zu entwickeln.

Programm Symposium

13.00 Uhr

Eröffnung

Prof. Dr. Hans-Dieter Ehrich

TU Braunschweig, Vorsitz der BWG-Kommission „Das kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“

Grußwort

Prof. Dr. Jochen Luckhardt

Leitender Museumsdirektor, Herzog Anton Ulrich-Museum

13.10 Uhr

Dr. Christian Bracht

Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg, Philipps-Universität Marburg
„Qualitäten digitaler Sammlungen für Forschung und Transfer“

13.50 Uhr

Prof. Dr. Thomas Döring

Leiter Kupferstichkabinett am Herzog Anton-Ulrich Museum, Mitglied der BWG
„Virtuelles Kupferstichkabinett. Digitale Bilderschließung als Basis transdisziplinärer Forschung“

Es wurde exemplarisch gezeigt, wie Kunstschatze über das Internet präsentiert werden können, um den Besuchern und Benutzern eine neue Qualität des Zugangs zu bieten

14.30 Uhr

Schlussworte

Prof. Dr. Hans-Dieter Ehrich

Programm Workshop

15.00 Uhr

Eröffnung

Prof. Dr. Hans-Dieter Ehrich

15.15 Uhr

„Erschließung von Bild und Text“

Moderation: *Prof. Dr. Anja Wolkenhauer*, Lehrstuhl für Lateinische Philologie I, Eberhard Karls Universität Tübingen

16.00 Uhr

„Archivische Bewertung“

Moderation: *Dr. Brage Bei der Wieden*, Leiter des Standortes Wolfenbüttel des Niedersächsischen Landesarchivs, Mitglied der BWG

17.00 Uhr

„Explorative Datenanalyse“

Moderation: *Prof. Dr. Frank Klawonn*, Institut für Information, Engineering, Ostfalia – Hochschule für Angewandte Wissenschaft, Wolfenbüttel

17.45 Uhr

„Langzeitarchivierung“

Moderation: *Prof. Dr. Hans-Dieter Ehrich*, Institut für Informationssysteme, TU Braunschweig, Mitglied der BWG, Vorsitz der BWG-Kommission

18.45 Uhr

Schlussworte

Prof. Dr. Hans-Dieter Ehrich

„Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“

**Kurzbericht über Symposium und Workshop¹
am 30. November 2018, 13:00 – 18.45 Uhr
im Herzog Anton Ulrich-Museum Braunschweig**

HANS-DIETER EHRLICH

Institut für Informationssysteme, TU Braunschweig, Mühlenpfordtstraße 23,
DE-38106 Braunschweig, E-Mail: HD.Ehrich@tu-braunschweig.de

Die BWG-Kommission „Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter“² arbeitet transdisziplinär an wissenschaftlichen Fragestellungen zur digitalen Langzeiterhaltung, Bereitstellung und Nutzung kulturellen Erbes. Sie hat am 30.11.18 ein öffentliches Symposium und einen Experten-Workshop ausgerichtet. Die gut besuchten Veranstaltungen wurden gemeinsam mit dem Herzog Anton Ulrich-Museum (HAUM) in Braunschweig organisiert und fanden in dessen Räumen statt.

1. Das Symposium

In seinem Grußwort wies der Leitende Direktor des HAUM, Prof. Dr. Jochen Luckhardt, auf die lange Erfahrung seines Hauses mit dem Einsatz von Computern und Digitalisierung hin. Neben den nach wie vor zu druckenden Bestandskatalogen vollzieht sich seit 1999/2000 die Datenbankerfassung, die nun 95.000 Datensätze von Kunstwerken aller Gattungen umfasst. In dem gemeinsam mit der Herzog August Bibliothek in Wolfenbüttel (HAB) betriebenen Rechercheportal „Virtuelles Kupferstichkabinett“ (www.virtuelles-kupferstichkabinett.de) sind mittlerweile über 100.000 Objekte aus beiden Graphik-Sammlungen zugänglich. Seit neuestem gibt es auch das virtuelle Münzkabinett. Von besonderer Bedeutung für die Arbeit der BWG-Kommission ist das Virtuelle Kupferstichkabinett, das als Modellfall für die Forschungsarbeit zugrunde gelegt wurde. Dessen Leiter, Prof. Dr. Thomas Döring, ist Mitglied der BWG-Kommission. Entsprechend war der

¹ Ein ausführlicher Bericht wird in der DIGIBIB (Digitale Bibliothek Braunschweig) erscheinen.

² Ehrlich, H.-D., (2018). Das Kulturelle Erbe im Digitalen Zeitalter. In: Jahrbuch 2017 der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, Braunschweig: Cramer 2018, S. 210–212.

zweite der beiden Vorträge den spezifischen Aspekten dieser Sammlung gewidmet, während der erste Impulse für allgemeinere Fragestellungen zur Digitalisierung von Sammlungen des kulturellen Erbes setzte.

Im ersten Vortrag sprach Herr Dr. Christian Bracht³ über *Qualitäten digitaler Sammlungen für Forschung und Transfer*. Er wies auf das Europäische Kulturerbejahr 2018 hin, das unter dem Motto *Sharing Heritage* steht. Es wurde von der Europäischen Kommission initiiert und hat das Ziel, das kulturelle Erbe in Europa als etwas Gemeinsames und Gemeinschaft Stiftendes wahrzunehmen.

Zum Thema „Qualitäten von digitalen Sammlungen“ stellte sich ihm die aktuelle Lage so dar, dass die rund 7.000 Museen in Deutschland „gefühlte“ 7.000 digitale Strategien hätten. Seine Heimatinstitution, das Bildarchiv Foto Marburg, richte den Fokus auf Qualität statt Quantität. Unter anderem folgende, auf Forschung und Transfer abhebende Qualitätskriterien sind für das Bildarchiv wichtig:

- *Linked Data* (Defragmentierung)
- *Standards* (Harmonisierung)
- *Open Access* (freier Zugang).

Weiteres Ziel ist es, den technischen Schritt von *Linked Data* zu *Linked Open Data* zu erreichen, d.h. Zugriff und Vernetzung auf Repositorien zu ermöglichen. Dafür werden *Semantic Web*- und *Linked Data-Techniken* verwendet; denn der Nutzer sucht *integrierte Informationen*, z.B. Werke aus einer bestimmten Sammlung, digitale Reproduktionen eines bestimmten Werks, z.B. Michelangelos *David*, audiovisuelle Medien dazu, Infos zum Künstler, zur Epoche der *Renaissance*, zur *Piazza della Signoria* und zur *Galleria dell'accademia* in Florenz, d.h. zum örtlichen und räumlichen Bezug. *Linked Data* sind dann ideal, wenn die Daten gemeinsame Normdaten haben, etwa mit Bezug zu den Normdaten der Deutschen Nationalbibliothek (DNB).

Sammlungen sind mit eingeschränkten Nutzungsrechten durch Remonopolisierung von gemeinfreiem Kulturgut, z.B. über Gebührenmodelle, konfrontiert. Weitere Remonopolisierungen betreffen das Leistungsschutzrecht. Zum Schluss hob Herr Dr. Bracht die Bedeutung der im Aufbau befindlichen Nationalen Forschungsdateninfrastruktur NFDI⁴ hervor. Er würdigte das „Virtuelle Kupferstichkabinett“ in Braunschweig als einen frühen Ansatz in dieser Richtung, der zum Vorbild für die Digitalisierung des kulturellen Erbes in Deutschland wurde.

Daran schloss nahtlos der Vortrag von Herrn Prof. Dr. Thomas Döring⁵ an: *Virtuelles Kupferstichkabinett. Digitale Bilderschließung als Basis transdisziplinärer*

³ Deutsches Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte – Bildarchiv Foto Marburg, Philipps-Universität Marburg.

⁴ <http://www.dfg.de/foerderung/programme/nfdi/>

⁵ Leiter des Kupferstichkabinetts am HAUM, Braunschweig

Forschung. Darin wurde vor Augen geführt, dass im Online -Portal www.virtuelles-kupferstichkabinett.de seit über einem Jahrzehnt eine international führende, in dieser Region erarbeitete und kontinuierlich weiterentwickelte Internet-Ressource zur frühneuzeitlichen Druckgraphik und Zeichnung zur Verfügung steht. Angesichts der überragenden Bedeutung der Graphik für die Darstellung und Verbreitung des Weltwissens der Frühen Neuzeit bietet das „Virtuelle Kupferstichkabinett“ eine vorzügliche Basis für interdisziplinäre Forschung. Dies veranschaulichte Döring eingangs am Beispiel der Kupferstichfolge „Nova Reperta“ von ca. 1590, gestochen von Hans Collaert nach Jan van der Straet, mit Darstellungen der Entdeckungen und Erfindungen der Neuzeit.

Das unmittelbare Ziel des Projekts ist die digitale Erschließung und virtuelle Zusammenführung der international bedeutenden, überaus umfangreichen – und historisch eng miteinander verflochtenen – graphischen Bestände im Kupferstichkabinett des HAUM und in der HAB. Eine Besonderheit des „Virtuellen Kupferstichkabinetts“ liegt darin, dass es von vorneherein als kollaboratives Projekt angelegt ist und hohen Wert auf Standardbildung legt. So wurde es zum Impulsgeber und Vorbild für das von Foto Marburg koordinierte „Graphikportal“ www.graphikportal.de, in dem seit 2017 Bestände verschiedener graphischer Sammlungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz online zusammengeführt sind.

In einer ersten, von der DFG geförderten Phase des „Virtuellen Kupferstichkabinetts“ von 2007–2011 wurde vornehmlich deutsche Druckgraphik vom Mittelalter bis zur Aufklärung erschlossen. Die erarbeiteten 46.000 Datensätze wurden vom Projektpartner Foto Marburg im ICONCLASS-System um eine Indexierung der Bildinhalte angereichert. Von 2013–2017 wurden 10.000 Handzeichnungen integriert, die im HAUM im Rahmen des wiederum von der DFG geförderten Projekts „Virtuelles Zeichnungskabinett“ digitalisiert und erschlossen wurden. Diese Pionierprojekte mündeten in den seit 2014 (bis 2020) von HAUM und HAB in Zusammenarbeit mit Foto Marburg und dem Kunstgeschichtlichen Seminar der Universität Göttingen betriebenen Forschungsverbund „Kupferstichkabinett online“, gefördert vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur aus Mitteln des Niedersächsischen vorab der Volkswagen-Stiftung. Das „Virtuelle Kupferstichkabinett“ wird in diesem Verbundprojekt um weitere 62.000 Druckgraphiken bereichert, wobei die Erschließung eine gesteigerte, normdatenbasierte Differenzierung und Vernetzung erfährt und die Benutzung durch eine zeitgemäß vereinfachte Oberfläche erleichtert wird. Ein wichtiger inhaltlicher Aspekt dieses Projekts betrifft die Erforschung der Sammlungsgeschichte. Eine projektbezogene Doktorandenstelle sowie Stipendien dienen der Nachwuchsförderung.

Abschließend skizzierte Döring Zukunftsperspektiven für das „Virtuelle Kupferstichkabinett“: Angesichts der Erfolgsgeschichte, auf die das inzwischen international als Referenzmodell rezipierte Projekt zurückblicken kann, spricht alles dafür, von dieser Plattform aus auch weitere Desiderate digitaler Erschließung in

Angriff zu nehmen: So werden im transdisziplinären Zusammenwirken mit den Digital Humanities, den Naturwissenschaften und der Informatik bereits Vorhaben projiziert, die auf die standardisierte Erfassung von Objektrelationen, die vertiefte Erschließung und Interpretation der Texte in druckgraphischen Bildern sowie die Erschließung der botanisch und zoologisch motivierten Graphik der Frühen Neuzeit zielen.

Um diesen methodischen Herausforderungen und dem immensen Umfang der graphischen Produktion gerecht werden zu können, erscheint es geboten, das „Virtuelle Kupferstichkabinett“ in der Form eines jener systematisch und langfristig voranschreitenden Editionsprojekte, wie sie an Akademien der Wissenschaften betrieben werden, fortzuführen.

2. Der Workshop

Den beiden öffentlichen Vorträgen folgte ein thematisch untergliederter Expertenworkshop mit vier Impulsreferaten und interdisziplinären Round-Table Gesprächen.

Thema 1: Prof. Dr. Anja Wolkenhauer⁶, *Erschließung von Bild und Text (am Beispiel der frühneuzeitlichen Druckgraphik)*

Kupferstiche des 16. und 17. Jahrhunderts zeigen neben den Bildern regelmäßig auch lateinische Texte, die jedoch in der Katalogisierung und in der musealen Präsentation oft unsichtbar bleiben. Während die Bilderschließung in den letzten Jahren große Erfolge zu verzeichnen hatte, sind die dazugehörigen Texte bislang weder in größerem Umfang erfasst noch inhaltlich erschlossen worden. Exemplarische Studien zeigen jedoch, dass sie im Gesamtkunstwerk zentrale Funktionen einnehmen:

1. Sie referieren den Kontext der Bilderzählung (narrativer Hintergrund)
2. Sie verweisen auf andere, ähnliche oder kontrastierende Erzählungen (intertextuelle Bezüge)
3. Sie legen das Bild aus (moralische Exegese)
4. Sie fügen dem Kupferstich Farbe und Bewegung hinzu (medialer Aspekt; paragone-Diskurs)
5. Sie speichern Informationen über die Vorlage des Kupferstichs (historischer Hintergrund)

Ursache der bislang fehlenden Texterschließung ist v.a. die aktuelle disziplinäre Ausdifferenzierung, die die Druckgraphik allein den Bildwissenschaften zuordnet,

⁶ Lehrstuhl für Lateinische Philologie I an der Universität Tübingen.

was ihrem frühneuzeitlichen Kontext nicht gerecht wird. Um so wichtiger ist es, bei der Entwicklung von Parametern der Katalogisierung die blinden Flecken transdisziplinär aufzuarbeiten.

Wissenschaftlich geboten und ertragreich wäre eine Katalogisierung, die den Text differenziert und auf dem Niveau des Bildes erschließt. Ein Blick auf aktuelle Kataloge zeigt, dass die derzeitige *best practice* noch sehr weit davon entfernt ist; internationale Standards fehlen. Ausgehend von den vier funktional verschiedenen Textformen, die in der Druckgraphik regelmäßig vorkommen (Bildepigramm, Widmung, Produktionsnachweis, Narrativer Text), sei exemplarisch ein Katalogisierungsansatz für die komplexeste von ihnen, das Bildepigramm, skizziert:

I. Textformen innerhalb des Blattes

I.1. Bildepigramm

I.1.1. Autor

- Namensnennung (GND)

I.1.2. Text

- Transkription; Varianten
- Übersetzung; Herkunftsnachweis
- Verschlagwortung; inhaltliche Erschließung

I.1.3. Sprache

- Einsprachiger oder mehrsprachiger Text
- verwendete Sprachen

I.1.4. Druckgraphische Realisierung

- Textort: im Bild, unter dem Bild etc.
- gestochen / geschnitten/ gesetzt; Platz freigehalten, Text fehlt
- markierte Text-Bildbeziehungen

I.1.5. Nutzerspuren

- Text entfernt
- Text ergänzt (Anstreichungen, Anmerkungen)

Thema 2: Dr. Brage Bei der Wieden⁷, *Archivische Bewertung*

Ein Ausscheiden „unnützer Schriftstücke“ durch Verwaltung und Archive hat es immer gegeben. Die Diskussion über die Grundlagen begann jedoch erst, als die Archive sich mit dem Problem der Massenakten besonders aus der staatlichen und kommunalen Leistungsverwaltung beschäftigen mussten, d. h. vor etwa 100 Jahren. Was überliefert und dauerhaft bewahrt werden soll, definieren die Archivgesetze. Im niedersächsischen Archivgesetz beispielsweise heißt es: „Archivgut ist das

⁷ Leiter des Niedersächsischen Landesarchivs Standort Wolfenbüttel.

Schriftgut, das von bleibendem Wert für die Erfüllung öffentlicher Aufgaben, die Sicherung berechtigter privater Interessen oder für die Forschung ist.“

Um entsprechende Festlegungen treffen zu können, muss die Struktur der Schriftgutproduktion und -verwaltung analysiert werden. Welches Schriftgut entsteht wo, wie es ist organisiert, wenn verschiedene Stellen beteiligt sind: Wie sind die Zuständigkeiten geordnet? Es gilt, Doppelüberlieferungen auszuschneiden, es müssen aber auch Wertentscheidungen getroffen werden. Das ist deshalb schwierig, weil Archivare einerseits für die Ewigkeit arbeiten, andererseits zukünftige Forschungsfragen und -methoden aber nicht antizipieren können. Daneben ist immer der ökonomische Druck spürbar, der eine gewisse Nachfrageorientierung bewirkt.

Eine wichtige Erkenntnis der Bewertungsdiskussion, die seit 1965 verstärkt auch Methoden der empirischen Sozialwissenschaften berücksichtigte, war, dass man die Behördentätigkeit an sich dokumentieren sollte. Also in gewissem Umfang auch die Routinen am Beispiel von Durchschnittsfällen. Dadurch bietet man zukünftigen Forschungen die Möglichkeit, Prozesse unter den gegebenen Bedingungen im Zusammenhang analysieren zu können. Heutzutage arbeitet man vielfach mit sog. Bewertungsmodellen, in denen Aktengruppen und -inhalte beschrieben werden. Das Auswahlverfahren lässt sich so schematisieren, besonders dann, wenn die Unterlagen nach prospektiven Aktenplänen formiert werden. Damit existiert eine Grundlage für Bewertungsalgorithmen, die auf elektronische Nachweissysteme oder ganz digitale Akten angewendet werden.

Bei der Bewertung können jedoch die technischen Fragen der Selektion nur vor einem weltanschaulich-philosophischen Hintergrund beantwortet werden. Dabei kann es keine immer gültigen Antworten geben, wohl aber begründete Meinungen, die guten Gewissens Bewertungsentscheidungen zu Grunde gelegt werden, weil die Entscheidungen, selbst historisiert, Metaquellen werden, durch die zusätzliche Interpretationshorizonte eröffnet werden können.

Im Hinblick auf die zukünftige Rolle künstlicher Intelligenz für die Bewertung wäre zu fragen: Wer selektiert die Informationen? Wie soll selektiert werden? Wer definiert die Selektoren? Was wären die Folgen einer automatisierten Bewertung? Wie transparent, wie nachvollziehbar müsste das Verfahren sein? In welchem Umfang können die Entstehungszusammenhänge bewahrt werden oder isoliert eine künstliche Intelligenz nur Informationen, wo früher die Entstehungszusammenhänge selbstverständlich mitüberliefert worden sind?

Die anschließende Diskussion behandelte ferner die Fragen, ob angesichts stetig wachsender Speicher- und Auswertungsmöglichkeiten eine Bewertung überhaupt noch sinnvoll sei – und wie die Aufgabe öffentlicher Archive sich mit der Gesellschaft verändern werde.

Thema 3: Prof. Dr. Frank Klawonn⁸, *Explorative Datenanalyse*

Die Digitalisierung größerer Sammlungen von Kunstwerken wie Kupferstiche kann der Archivierung dienen, aber auch dazu, die Kunstwerke der Wissenschaft und einem breiten Publikum leicht zugänglich zu machen. Zusätzlich eröffnet die Digitalisierung der Kunstwerke die Möglichkeit, moderne Verfahren der explorativen Datenanalyse, wie sie beispielsweise sonst beim maschinellen Lernen in der künstlichen Intelligenz verwendet werden, einzusetzen. Mithilfe dieser Verfahren ergeben sich neue Anwendungsperspektiven sowohl für die wissenschaftliche Auswertung der Kunstwerke als auch für die allgemeine Nutzung der digitalen Sammlungen und Archive.

Beispielsweise ermöglicht die interaktive Suche mit „Relevance Feedback“ das Auffinden von bestimmten Bildern in einer digitalen Sammlung allein dadurch, dass in einem iterativen Prozess immer ähnlichere Bilder zum gesuchten Bild ausgewählt werden, bis das gesuchte Bild gefunden ist. Die Basis dieser Suche bilden Ähnlichkeitsmaße zwischen den Bildern, die allein auf den digitalen Bildern beruhen können, aber auch zusätzlich Informationen wie Künstler/Künstlerin, Jahr, Thema etc. nutzen können.

Solche Ähnlichkeitsmaße ermöglichen weitere Anwendungen wie das Clustering, d.h. die automatische Gruppierung von digitalen Bildern, das Auffinden sehr ähnlicher Bilder z.B. bzgl. Techniken, Symmetrien. Dies könnte beispielsweise bei der Auswahl helfen, welche Werke im Original und nicht nur in digitaler Form erhalten werden sollten. Die Verknüpfung verschiedener Objekte wie etwa eine Vorzeichnung mit dem dazugehörigen Kupferstich könnte so vielleicht nicht vollautomatisch gelingen; es könnten aber zumindest Vorschläge generiert werden. „Ausreißern“, d.h. Kunstwerke, die z.B. stilistisch aus dem Rahmen fallen, lassen sich ebenfalls automatisiert identifizieren.

Dies sind nur einige von vielen möglichen Anwendungsperspektiven, die sich durch die Verknüpfung digitalisierter Sammlungen von Kunstwerken mit Verfahren der explorativen Datenanalyse ergeben.

Thema 4: Prof. Dr. Hans-Dieter Ehrich⁹, *Langzeitarchivierung*

Bei analoger Information wie Büchern oder Kupferstichen oder Archivmaterialien sind die Inhalte untrennbar mit den Trägern verbunden. Das bedeutet, dass Originale einmalig sind und erhalten werden müssen. Durch sachgerechte Lagerung und Behandlung sollte Restaurierung so lange wie möglich vermieden werden. Um

⁸ Data Analysis and Pattern Recognition Lab, Ostfalia Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel.

⁹ Institut für Informationssysteme, Technische Universität Braunschweig.

bei Katastrophen mit Verlust von Beständen jedenfalls die Inhalte zu bewahren, werden zuweilen Notfallkopien, z.B. auf Mikrofilm, angefertigt und an sicherem Ort ausgelagert, z.B. in einem Bergwerkstollen.

Digitale Daten sind anders, denn sie lassen sich mühe- und verlustlos von einem Träger auf einen anderen kopieren: Inhalte und Träger sind unabhängig. Die Unterscheidung in Originale und Kopien macht hier keinen Sinn.

Ein besonderes Merkmal digitaler Information ist die überwältigende Datenflut. Das vorige Thema legt die Frage nahe, ob explorative Datenanalyse dazu benutzt werden könnte, aus dieser Datenflut Kandidaten für das kulturelle Erbe herauszufiltern. Bei diesem Thema geht es nun darum, wie die für relevant befundenen Inhalte langfristig gesichert werden können. Wohlgemerkt: nicht unbedingt die Datenträger, nur die Daten!

Daten sind dann verloren, wenn nicht mehr auf sie zugegriffen werden kann. Längerfristig unterstützte Datenformate wie PDF/A werden z.Z. vor allem von Firmen, Behörden und Archiven genutzt. Dies ist vielleicht geeignet, den Bestand für Jahrzehnte zu sichern, ist aber kaum für Sammlungen geeignet, wo perspektivisch in Jahrhunderten oder gar Jahrtausenden gedacht wird.

Es gibt grundsätzlich zwei Herangehensweisen an den langfristigen Erhalt digitaler Inhalte: Emulation und Migration. Emulation bedeutet, dass für immer neue Generationen von Hard- und Software die ursprüngliche Hard- und Software, in der die Inhalte gelesen und gepflegt werden konnten, als virtuelle Maschinen zu programmieren sind. Migration bedeutet, dass die digitalen Inhalte ständig umkopiert und an neue Generationen von Hard- und Software angepasst werden. Die Daten können durch Replikation an verschiedenen Standorten gesichert werden. Hier gibt es zwei Probleme: werden die digitalen Inhalte bei diesem Prozess tatsächlich erhalten oder gibt es wieder die Unterscheidung in Original und Kopie? Und wie ist es mit dem Copyright? Lässt es Transformation und Kopieren überhaupt zu?

Am Beispiel der Deutschen Nationalbibliothek (DNB) wurde gezeigt, dass bereits sehr effektive Systeme im Einsatz sind, um digitale Inhalte langfristig zu sichern, auch z.B. gegen Zerstörung ganzer Bibliotheken. Die DNB bietet entsprechende Dienste allen öffentlichen Einrichtungen gegen Gebühr an. Es ist dafür allerdings ein dauerhafter Bestand von Organisationen wie der DNB und von nötiger Infrastruktur wie Strom, Verkehrswege, usw. nötig.

Danksagung

Für hilfreiche Mitschriften bei Symposium und Workshop danke ich Frau Kollegin und BWG-Mitglied Prof. Dr. Nicole Karafyllis, Seminar für Philosophie der TU Braunschweig. Den Vortragenden und Moderatoren der Round-Table-Gespräche danke ich für ihre Beiträge zu diesem Text.

„34. Braunschweiger Floristentreffen“

Veranstaltungstag: Samstag, 01.12.2018, 14.00 bis 18.00 Uhr

Veranstalter: Institut für Pflanzenbiologie, AG der TU Braunschweig und
Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Veranstaltungsort: Hörsaal des Instituts für Pflanzenbiologie, TU Braunschweig
Humboldtstraße 1, 38106 Braunschweig

Am 1.12.2018 findet von 14.00 bis 18.30 Uhr das Braunschweiger Floristentreffen im Hörsaal des Instituts der Pflanzenbiologie statt. Die Tagung ist eine gemeinsame Veranstaltung der Arbeitsgruppe Vegetationsökologie und der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Zur nunmehr 34. Tagung dieser Art treffen sich am Samstag wieder Wissenschaftler (Botaniker, Ökologen, Umweltnaturwissenschaftler) ebenso wie an der Flora interessierte Liebhaberbotaniker und Bürgerwissenschaftler, um sich über neue Ergebnisse auszutauschen.

Programm:

Frau *Dr. Kathrin Baumann*, die Leiterin des Fachbereichs Naturschutz, Forschung und Dokumentation des Nationalpark Harz (Wernigerode), wird über die Moore im Harz sprechen, insbesondere über floristische Aspekte, Moortypen, Vegetationsmosaik sowie dynamische Aspekte.

Prof. Dr. Klaus Adolphi (Univ. Köln) stellt neue Neophyten (gebietsfremde Pflanzenarten) der Lebensräume Nord- und Ostseeküsten sowie der Flussufer vor. Er ist weithin beachteter Experte auf dem Gebiet von biologischen Migrationen.

Dr. Jens Nitzsche (Artern) wird über die Pyrrolizidin-haltigen Beikräuter im Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland vortragen. Bereits geringe Verunreinigungen durch diese Unkräuter stellen ein großes Problem nicht nur für den Bioanbau von Heilpflanzen dar. Dr. Nitzsche wurde in Braunschweig 2007 über die Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) promoviert.

Prof. Dr. Dietmar Brandes stellt als Einladender abschließend den Monte Baldo als Ziel für Exkursionen deutscher und österreichischer Botaniker dar. Der Monte Baldo ist für seinen Artenreichtum weit über die Grenzen Italiens hinaus als „Giardino d'Italia“ bekannt. Das Bergmassiv wurde gemeinsam über mehr als 450 Jahre von

europäischen Botanikern erforscht. Brandes hat zahlreiche Exkursionen zu ihm mit Studenten und Mitarbeitern durchgeführt und ist am 4. Dez. einer der eingeladenen Berichterstatter auf einer internationalen Konferenz in Trento (Italien), bei der der UNESCO-Schutz für den Monte Baldo umgesetzt werden soll.

ÖFFENTLICHE VORTRÄGE

Vortragsreihe im phäno Wolfsburg „Zeit“

Veranstaltungstage: 08.02., 15.02., 01.03., 15.03., 19.04. und 26.04.2018

Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Akademie der Wissenschaften zu Göttingen
Science Center phäno

Veranstaltungsort: Phäno Wissenschaftstheater
Willy-Brandt-Platz 1, DE-38440 Wolfsburg

phäno zeigte vom 16.12.2017 bis zum 03.02.2019 zum ersten Mal eine große Sonderausstellung zum faszinierenden Thema Zeit. Die Besucher erlebten, wie die Zeit plötzlich stillsteht – oder rasend schnell vergeht!

In der Vortragsreihe hatten die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft und die Akademie der Wissenschaften zu Göttingen Referenten aus unterschiedlichen Fachrichtungen gewonnen, die weiterführende Informationen und Gedanken rund um das Thema „Zeit“ präsentierten.

Do., 08. Februar 2018, 18:30 Uhr

Dr. Jan-Peter Duda
Georg-August-Universität Göttingen

Jan-Peter Duda ist seit 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Geobiologie des Geowissenschaftlichen Zentrums der Universität Göttingen sowie Mitglied der Forschungskommission Origin Of Life der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Geo- und Astrobiologie, wobei er sich insbesondere mit der Entwicklung frühesten Lebens auf der Erde beschäftigt.

Expedition in die Tiefe der Zeit: Über geologische Altersbestimmung und frühestes Leben auf der Erde / GEOBIOLOGIE

Gesteine sind Archive der Geschichte unserer Erde und der Entwicklung irdischen Lebens. Das Lesen dieser Annalen erfordert jedoch das Erfassen relativer und absoluter Zeitbezüge – ein schwieriges Unterfangen angesichts der enorm komplexen Entwicklung belebter und unbelebter Materie in Zeit und Raum seit Entstehung unseres Planeten. Auch die zeitlichen Dimensionen evolutionärer Schlüsselentwicklungen sind schwer zu begreifen, liegen sie doch fernab der menschlichen Vorstellungskraft: Erste gute Evidenzen für Leben finden sich

z.B. in ca. 3,5 Milliarden Jahre alten Gesteinen, während alle modernen Tierstämme erst ab ca. 541 Millionen Jahren auftreten.

Mit dem Vortrag wurde gezeigt, wie wir den in Gesteinen angelegten „geologischen Zeitcode“ trotz dieser Herausforderungen entschlüsseln können und beleuchtete, was wir über das Entstehen und Vergehen frühesten Lebens auf der Erde wissen.

Do., 15. Februar 2018, 18:30 Uhr

Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön
Leibniz Universität Hannover

Steffen Schön ist seit 2006 Professor für Positionierung und Navigation am Institut für Erdmessung der Leibniz Universität Hannover und beschäftigt sich mit Grundlagen und Anwendungen der GPS Positionierung.

Zeit für Navigation / ERDMESSUNG

Die Positionierung und Navigation mit GPS ist aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. In den letzten Jahren treten neben das amerikanische GPS, das russische GLOANSS, das europäische Galileo oder chinesische Beidou System. Diese Systeme werden auch zur Lösung vieler technischer und wissenschaftlicher Fragestellungen eingesetzt, sei es zur Bestimmung der Plattenbewegung der Erde, Verbesserung der Wettervorhersage oder Übertragung von Zeitinformation: Doch wie funktioniert diese Technik und welche Rolle spielt die Zeit dabei?

Diesen Fragen ging Steffen Schön im Vortrag nach und beschrieb den Einfluss der Größe „Zeit“ bei der Positionierung und Navigation mit GPS. Er betrachtete dabei die grundlegenden Messgrößen der Signallaufzeit und Laufzeitänderungen bei GPS. Wurde früher beispielsweise die Position eines Schiffs in der Seekarte zeichnerisch ermittelt, so liegen auch der GPS Positionierung geometrische Prinzipien zu Grunde. Die Bedeutung der Zeit für die Geometrie der Positionierung und erzielbare Positionierungsgenauigkeit wurde beleuchtet. Ausgewählte Anwendungen schlossen die Ausführungen ab.

Do., 01. März 2018, 18:30 Uhr

Prof. Dr. Jochen Litterst
TU Braunschweig

Jochen Litterst ist seit 1989 Professor für Physik an der TU Braunschweig und forscht zurzeit an internationalen Forschungseinrichtungen zu Eigenschaften neuer Materialien (z. B. Nanosysteme, Quantenmaterie) mit Hilfe von Elementarteilchen. Er ist assoziiert am Seminar für Philosophie der TU Braunschweig und ordentliches Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Der Zeitbegriff in der Physik / PHYSIK

Über Jahrhunderte gab eine absolute Zeit der Beschreibung physikalischer Vorgänge erfolgreich Halt. Diese Abläufe in der klassischen Physik lassen sich zeitlich umkehren, was jedoch im klaren Widerspruch zur Erfahrung des gerichteten Zeitflusses der von uns empfundenen Zeit und auch zur physikalischen Thermodynamik steht. Weiterreichende Komplikationen ergaben sich im 20. Jahrhundert mit dem Zusammenbruch eines absoluten Raum- und Zeitkonzepts durch die Relativitäts- und Quantentheorien.

Der Vortrag gab – ohne mathematische Mittel – eine Einführung in die wesentlichen Konzepte und sprach die grundlegenden Fragen an: Spielen Relativitäts- und Quantentheorie eine Rolle für unser Alltagsleben? Könnte es Zeitreisen geben? Gibt es einen Anfang und Ende der Zeit dieser Welt?

Do., 15. März 2018, 18.30 Uhr

Prof. Dr. Holmer Steinfath

Georg-August-Universität Göttingen

Holmer Steinfath ist seit 2006 Professor für Philosophie an der Georg-August-Universität Göttingen und seit 2010 ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Praktischen Philosophie, insbesondere in der Ethik

Zeit und gutes Leben / PHILOSOPHIE

Zeit ist ein Grundthema der Philosophie. Seit der Antike treiben Philosophen Fragen um wie: Ist die Zeit objektiv oder subjektiv? Wie verhält sich Zeit zu Veränderung und Bewegung? Hat sie immer eine Richtung? Lässt sich ein Anfang der Zeit denken? Der Vortrag gab zu Beginn einen kurzen Überblick über klassische Themen der Zeitphilosophie. Im Zentrum standen jedoch Überlegungen zu den Dimensionen von Zeit und Zeiterfahrung, die für unser Leben unmittelbar bedeutsam sind.

Es ging deswegen vor allem um Fragen wie: Welche Rolle spielen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft in unserem Zeiterleben? Wie gehen wir damit um, dass die Zeit unseres Lebens irreversibel und begrenzt ist? Wieso können wir sowohl unter dem Vergehen der Zeit wie unter ihrem Stillstand leiden? Wie hängen Zeit und Glück zusammen? Wie ist die biographische in die historische Zeit eingebettet?

Do., 19. April 2018, 18:30 Uhr

apl. Prof. Dr. Cord-Friedrich Berghahn

TU Braunschweig

Cord-Friedrich Berghahn ist apl. Professor für Neuere deutsche Literatur und Kulturwissenschaften an der TU Braunschweig, Präsident der Lessing-Akademie, Wolfenbüttel und ordentliches Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Zu seinen Forschungsbereichen gehören die deutsch-jüdische Literatur und Kultur des 18. Jahrhunderts, Ästhetik und Poetik der Goethezeit und der Klassischen Moderne, Kulturtransfer und die Geschichte und Theorie des Wissens von Aufklärung bis zur Moderne.

Zeit im Roman der Moderne: Thomas Mann – Marcel Proust – James Joyce / LITERATUR

Seit Homer bedeutet Erzählen immer auch: Zeit gestalten, und zwar die erzählte Zeit wie die Erzählzeit. Diese Herausforderung hat sich in der Moderne unter dem Eindruck der physikalischen wie der psychologischen Revolutionen durch Ernst Mach, Sigmund Freud und andere radikalisiert – mit faszinierenden Folgen für den europäischen Roman.

Thomas Mann, Marcel Proust und James Joyce nämlich, die als Erzähler am Beginn der modernen Literatur stehen, haben auf die neuartigen Herausforderungen des Erzählens von Zeit mit je drei ganz unterschiedlichen Erzählmodellen reagiert. Im Vortrag wurde die erzählerische Bewältigung von Zeit am Beispiel des „Zauberbergs“, der „Suche nach der verlorenen Zeit“ und des „Ulysses“ dargestellt.

Do., 26. April 2018, 18:30 Uhr

Prof. Dr. med. Eckart Altenmüller

Hochschule für Musik, Theater und Medien, Hannover

Eckart Altenmüller ist Direktor des Instituts für Musikphysiologie und Musiker-Medizin an der Hochschule für Musik, Theater und Medien in Hannover und seit 2005 ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen.

Musik als Zeitkunst: zur Physiologie und Psychologie musikalischer Zeiterfahrung / MUSIKPHYSIOLOGIE

Musik entfaltet sich in der Zeit und lebt vom Gedächtnis. Rhythmus, Metrum, Puls sind ebenso Zeitstrukturen wie Exposition, Durchführung und Reprise einer Sonate oder der erste, zweite und dritte Satz einer Symphonie. Mikro-Timing gibt dem Jazz „groove“, Makro-Timing erzeugt das Wohlgefühl der Harmonie und Geschlossenheit eines Kunstwerkes. Unser musikalischer Zeitsinn muss aber erlernt und gepflegt werden, und dafür existieren in unserem Gehirn spezialisierte neuronale Netze.

In dem Vortrag wurden die Zeitphänomene der Musik sinnlich vorgeführt, Täuschungen und Überforderungen demonstriert und die neurophysiologischen und –psychologischen Intergründe der musikalischen Zeitwahrnehmung beleuchtet.

Akademievorlesungen im Schloss 2018

„Rhythmus in Natur und Kultur“

Veranstaltungstage: 20.02., 13.03., 10.04., 29.05., 12.06., 25.09., 16.10.,
und 28.11.2018

Veranstalter: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Stadt Braunschweig

Veranstaltungsort: Roter Saal, Kulturinstitut der Stadt Braunschweig
Schlossplatz 1, DE-38100 Braunschweig

Rhythmen sind ein alltägliches Phänomen, dem wir überall begegnen können: in mikroskopischen bis zu raumzeitlichen Prozessen im Kosmos, in spontanen, natürlichen bis zu komplexen künstlichen Perioden. Wir tragen sie in uns in dynamischen Stoffwechselveränderungen, im Wechsel der Atmung und des Kreislaufs, im Schlaf-/Wach- und Tag-/Nacht-Rhythmus, im Wechsel der Wochen- und Jahreszeiten mit dem Keimen, Wachsen, Blühen, Reifen, Vergehen und Neuerstehen. Wir erleben und gestalten Rhythmen in unserer Sprache, im Gesang, in unseren Bewegungen in Tanz und Musik. Natürliche Rhythmen zeigen sich auch in so fest gebauten Gebilden wie z. B. in italienischen Palazzi oder Kosmaten-Mosaiken oder in kristallinen Gitterstrukturen. Wir sehen sie in der spiraligen Ordnung der Kerne im Fruchtboden der Sonnenblume oder den quirligen Blattansätzen vielen Blumen, in den Gezeiten der Meere, in periodischen Farb- und Gestaltwechseln in der Malerei oder der Computergraphik. Vor allem hören wir sie in dem bewegendem Reichtum der Musik:

Der Vielfalt der Entstehung und der Erscheinung von Rhythmen entsprechend widmen sich so unterschiedliche Wissenschaften und Künste wie die Chronobiologie und die Architektur, die Psychologie wie die Geowissenschaft dem Phänomen des Rhythmus. Diesen reichen Aspekten galten die Akademie-Vorlesungen in 2018.

Di., 20. Februar, 18.30 Uhr

Prof. Dr. Evgeni Ponimaskin und Dr. Alexander Wirth

Institut für Celluläre Physiologie der Medizinischen Hochschule Hannover

Ticken wir noch ganz richtig? Biorhythmen im 21. Jahrhundert

In der Natur sind viele Prozesse bei Pflanzen und Tieren vom Licht abhängig und werden durch dieses gesteuert. Im Laufe der Jahrtausende haben sich deswegen Lebensrhythmen an den Lauf des Lichts angepasst und mit ihm entwickelt. Evo-

lutionäre Prozesse haben uns Menschen zu tagaktiven Säugetieren gemacht, doch in der modernen Gesellschaft gerät dieser Rhythmus immer häufiger aus der Kehr. Das Licht ist auch heute noch unser stärkster Zeitgeber, allerdings längst nicht mehr nur das Sonnenlicht. Darüber hinaus werden intrinsische biologische Rhythmen von viel mehr Faktoren beeinflusst als nur dem Licht. Neueste Forschung zeigt zum Beispiel, dass alle Organe eigene Uhren haben und eine Desynchronisation derer uns krank machen kann. So sind wir morgens leistungsfähig, mittags brauchen wir eine Pause, nachmittags sollen wir zum Zahnarzt und abends ein wenig Sport machen, bevor wir uns nachts zur Ruhe legen müssen.

Di., 13. März, 18.30 Uhr

Prof. Dr. Dietmar Brandes

Institut für Pflanzenbiologie/Abtlg. Vegetationsökologie der TU Braunschweig, Altpräsident der BWG:

Rhythmen in der Vegetation

Für das Verständnis der Vegetation sind die folgenden Fragen interessant: Wie stimmt die innere Uhr einer Pflanze die molekularen und physiologischen Prozesse auf den sich rhythmisch wiederholenden Wechsel zwischen Licht und Dunkelheit ab? Um welche Uhrzeit wachsen Pflanzen am schnellsten? Woran kann eine Pflanze rechtzeitig das Herannahen der für sie ungünstigen Jahreszeit erkennen? Der Schwerpunkt des Vortrags liegt auf der Anpassung der Vegetation in den verschiedenen Klimazonen an die exogenen Rhythmen. Was hat die dendrologische Altersbestimmung mit Vegetationsrhythmen zu tun? Gibt es Barrieren für die Ausnutzung längerer Wachstumsperioden bei Klimaerwärmung und haben sie Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft?

Di., 10. April, 18.30 Uhr

Prof. Dr. Thomas Vogtherr

Historisches Seminar der Universität Osnabrück; Mitglied der BWG:

Der Einfluss des Kalenders auf das Alltagsleben im Mittelalter – Warum Weihnachten am 25.12. gefeiert und vor Ostern gefastet wird

Der Kalender gibt dem Leben einen Rhythmus. Im Mittelalter gestaltete und verwaltete die christliche Kirche den Kalender: Feiertage galten der Erinnerung an biblisches Geschehen, an Heilige und an herausragende Persönlichkeiten der Heilsgeschichte. Der Wochenrhythmus der Schöpfungsgeschichte und die Abfolge der Monate und Jahreszeiten gaben dem Alltag immer wiederkehrende Orientierungsdaten. – Der Vortrag ging der Frage nach, wer für die Festlegung der Kalenderinhalte verantwortlich war und wie die Folgen des Kalenders spürbar

wurden. Der Kalender wird als ein Erzeugnis der schriftlichen Hochkultur betrachtet, das tief in die nichtschriftliche Alltagskultur hineinwirkt.

Di., 29. Mai, 18.30 Uhr

Prof. Dr. Ulrich Joger

Direktor des Staatlichen Naturhistorischen Museums, Braunschweig:

Rhythmen in der Erdgeschichte – Artenwandel und -Aussterben in den letzten 500 Millionen Jahren

Große Aussterbeereignisse gab es in der Erdgeschichte mehr oder weniger regelmäßig – ist darin ein Rhythmus zu erkennen? Und wie verhält es sich mit dem „rhythmischen“ Wechsel zwischen Warm- und Kaltzeiten im Pleistozän? Diesen Fragen ging Prof. Joger in seinem Vortrag nach. Dabei ging er sowohl auf die mutmaßlichen Ursachen von Klimaschwankungen als auch auf angenommene Degenerationserscheinungen von Tiergruppen, z.B. den Dinosauriern, ein.

Di., 12. Juni, 18.30 Uhr (krankheitshalber ausgefallen)

Prof. Dr. Wolfgang Auhagen

Institut für Musik, Medien- und Sprechwissenschaften der Universität Halle:

Rhythmus in der Musik

In Berichten über Musik findet man Redewendungen wie „dieser Rhythmus geht in die Beine“, die auch Erfahrungen vieler Musikhörer entsprechen dürften. Aber woran liegt es, dass wir das Bedürfnis haben, uns zu Musik zu bewegen? Welchen Hintergrund haben Formulierungen wie „melodische Bewegung“? Handelt es sich um rein sprachliche Metaphern oder gibt es psychologische Erklärungen für solche Formulierungen? Der Vortrag gibt einen Überblick über Ergebnisse der musikbezogenen Rhythmusforschung.

Dienstag, 25.09., 18.30 Uhr

Rainer Ottinger

Architekt, Braunschweig

Rhythmus in der Architektur

Rhythmus ist als Begriff eher im Bereich der Musik bzw. der Tanzbewegung bekannt.

Als Gestaltungsprinzip kommt dem Rhythmus auch in der Architektur eine große Bedeutung zu. Ob im Städtebau mit der rhythmischen Abfolge von Straßen,

Plätzen und Gebäudeblöcken, in der Entwicklung der äußeren Erscheinung des Bauwerks mit Proportionen, Öffnungen und Materialien bis hin zur Raumfolge und Oberflächen im Gebäudeinnenbereich. Entscheidend für das Gesamtbild ist der rhythmische Zusammenhang.

Anhand von gebauten Beispielen wurde der Rhythmus als konzeptionelle Gestaltungsmethodik dargestellt.

Dienstag, 16.10., 18.30 Uhr

Prof. Dr. Stephan Weber

Institut für Geoökologie, Klimatologie und Umweltmeteorologie, TU Braunschweig

Rhythmen in der Atmosphäre: über El-Nino, Sonnenfleckenzyklen und Wochenendeeffekte

Viele wichtige atmosphärische Prozesse unterliegen einem mehr oder weniger deutlich strukturierten zyklischen Verhalten. Dieses wird durch äußere (externe) Randbedingungen gesteuert oder durch interne Wechselwirkungen im Klimasystem ausgelöst.

Der Vortrag beleuchtet den Rhythmus der Atmosphäre: er stellt Klimaschwankungen auf unterschiedlichen Zeitskalen vor und geht der Frage nach, warum in der Stadtklimaforschung der Wochenrhythmus, d. h. die gezielte Unterscheidung zwischen Werktagen und Wochenenden, von Bedeutung ist.

Mittwoch, 28.11., 18.30 Uhr

Prof. Dr. Claudia Blümle

Institut für Kunst- und Bildgeschichte, Humboldt-Universität zu Berlin, Professur für „Geschichte und Theorie der Form“ Exzellenzcluster „Bild -Wissen - Gestaltung“

Rhythmus als Form – Zeitliche Bildgestaltung in der Malerei

Raum und Zeit in ein bildliches Verhältnis des Hier und Da zu bringen, ist eine Aufgabe, die die Malerei immer wieder aufs Neue herausgefordert hat.

Im Vergleich verschiedener Positionen der Kunstgeschichte wurden im Vortrag unterschiedliche Konzepte der rhythmischen Bildgestaltung von der Antike bis zur abstrakten Malerei vorgestellt. Im Vergleich dieser Werke stand im Zentrum die Frage, auf welche Weise sich die bildende Kunst auf eine Verzeitlichung der Wahrnehmung bezieht.

PREISVERLEIHUNG

Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen

Veranstaltungstag: 06.12.2018

Veranstalter: Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen
Braunschweigisches Landesmuseum
Technische Universität Braunschweig
Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Veranstaltungsort: Braunschweigisches Landesmuseum
Burgplatz 1, DE-38100 Braunschweig

Die „Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen“ wurde 1996 von einer der TU Braunschweig eng verbundenen Braunschweiger Bürgerin ins Leben gerufen.

Zweck der Stiftung ist die Förderung besonders begabter Studierender der TU Braunschweig. Ihnen wird der Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen (zum Beispiel exzellente schriftliche Ausarbeitungen auf hohem wissenschaftlichen Niveau) oder auch für besondere mit herausragendem Engagement und Ideenreichtum betriebene Aktivitäten verliehen.

Zeitgleich mit der Vergabe des Braunschweiger Bürgerpreises werden finanzielle Hilfen an besonders bedürftige Studierende vergeben, die unverschuldet in eine soziale Notlage geraten sind.

Programm:

Begrüßung:

Dr. Heike Pöppelmann,
Direktorin des Braunschweigischen Landesmuseums

Preisverleihung und Vorstellung der Preisträger:

Brigitte Blum

Vorstandsvorsitzende der Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis

Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla
Präsidentin der TU Braunschweig

Gratulation:

Prof. Dr. Otto Richter

Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Vortrag:

Prof. Dr. iur. Sabine Dahm

HAWK Hochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen, Fakultät Soziale Arbeit
und Gesundheit

„100 Jahre Frauenwahlrecht in Deutschland“

ABHANDLUNGEN

Israel Jacobson und die jüdische Reformbewegung in Deutschland*

GUNTHER KÜHNE

Arnold-Sommerfeld-Str. 6, DE-38678 Clausthal-Zellerfeld,
E-Mail: gunther.kuehne@tu-clausthal.de

1. Einleitung

Zu Beginn des 16. Jahrhunderts vollzog sich in Deutschland innerhalb des christlichen Bekenntnisses die Reformation und damit die religiöse Spaltung der deutschen Bevölkerung in einen katholischen und einen protestantischen Teil. Hintergründe, Verlauf und Wirkungen dieses religionshistorischen Vorgangs sind im Jahre 2017 aus Anlaß des 500-jährigen Reformationsjubiläums eingehend beleuchtet worden.¹ Knapp 300 Jahre nach der Reformation ereignete sich in Deutschland eine zweite religiöse Umwälzung, als das Judentum von einer Veränderung erfaßt wurde, die sich in historischer Perspektive als grundlegend erweisen sollte. Es war nicht der erste grundstürzende Wandel der Lebensbedingungen der jüdischen Bevölkerung in Mitteleuropa. Dauerleitmotiv der Veränderung jüdischer Existenz war über Jahrhunderte hinweg mit ihrem Höhepunkt der Kreuzzüge im 11./12. Jahrhundert die Aufeinanderfolge von Verfolgungswellen. Im Unterschied zu diesem der jüdischen Bevölkerung von außen aufgezwungenen Schicksal wurde die jüdische Gemeinschaft im 17. Jahrhundert ein weiteres Mal, in diesem Falle aber von innen heraus, erschüttert, als sich unter der Anführerschaft von *Sabbatai Zwi*² eine mystisch-messianische Bewegung herausbildete und damit weite Teile der jüdischen Bevölkerung Europas in Aufruhr versetzte. Demgegenüber stellte sich die grundlegende Veränderung im 19. Jahrhundert als Produkt eines Zusam-

* Überarbeitete und durch Fußnoten ergänzte Fassung des Vortrages, den der Autor am 10.10.2018 auf der an der Technischen Universität Braunschweig aus Anlaß des 250. Geburtstages von Israel Jacobson (17.10.1768 – 13.09.1828) veranstalteten internationalen Konferenz „Jews and Citizens – Juden und Bürger“ gehalten hat.

¹ Das Urteil über die versöhnende Wirkung des Jubiläumsereignisses ist z.T. kritisch, vgl. z.B. R. Bingener/D. Deckers, in: FAZ v.15.12.2017, S. 4 („Spalten statt versöhnen“).

² Geb. 1626 in Smyrna, gest. 17.9.1676 in Dulcigno (Albanien). Über die messianische Bewegung des *Sabbatai Zwi* vgl. etwa H. H. Ben Sasson (Hrsg.), Geschichte des jüdischen Volkes, Bd. II, 1979, S. 386 ff.

menwirkens interner und externer Faktoren und Zeitströmungen dar. Es war die Zeit der Aufklärung.

2. Aufklärung als „kulturelle Revolution“ und Motor der Emanzipation

Geistesgeschichtliche Grundlage der jüdischen Reformbewegung war die Aufklärungsbewegung, die in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts in Europa sowohl die nichtjüdische als auch die jüdische Welt erfaßte. In letztgenannter Hinsicht ist sie unter dem Begriff „Haskala“ in die jüdische Geistesgeschichte eingetreten. Gegenüber der allgemeinen Aufklärungsbewegung (*Kant*: Aufklärung ist die Befreiung des Menschen aus seiner selbstverschuldeten Unmündigkeit)³ hatte die Haskala eine erweiterte zweifache Stoßrichtung: die Emanzipation der jüdischen Bevölkerung nach außen gegenüber der nichtjüdischen Mehrheitsgesellschaft und nach innen gegenüber den religiös-kulturellen Beschränkungen der überkommenen Orthodoxie. Das Anliegen der Bewegung war zunächst in erster Linie ein bildungspolitisches, wie es sich in den Schulgründungen ausgangs des 18. Jahrhunderts (z.B. Berlin 1778, Wolfenbüttel 1789, Breslau 1791) dokumentierte. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts griffen diese Neuerungen dann auf den religiösen Bereich über. Für diese Abfolge steht fast symbolhaft der Name *Israel Jacobson* (1768 Halberstadt – 1828 Berlin): 1801 die Gründung der Jacobson-Schule in Seesen und 1810 die Errichtung der dortigen Synagoge mit reformiertem Ritus. Beflügelt wurden diese Innovationen gerade auch in der Person *Israel Jacobsons* durch die Französische Revolution und deren Errungenschaften hinsichtlich der Emanzipation der Juden sowie durch die enge Verbindung Jacobsons zum Königreich Westfalen unter der Führung von Napoleons Bruder Jérôme.⁴ In dieser frühen Reformphase konzentrierten sich die emanzipatorischen Vorstöße auf tatsächliche Veränderungen, nicht so sehr auf neue intellektuelle Konzeptionen. Erstere betrafen insbesondere die Gestaltung der Gottesdienste. Dazu gehörte die Einführung von Musikdarbietungen (Orgelspiel), Predigten in deutsche Sprache, Verdrängung der Bar Mizwa ausschließlich für Jungen durch die Konfirmation sowohl für Jungen als auch für Mädchen und allgemein eine Angleichung der jüdischen Gottesdienste an protestantische Gestaltungsformen. Nach seiner Übersiedlung nach Berlin im Jahre 1815 hielt Jacobson weiter reformierte Gottesdienste im Hause des Zuckerfabrikanten *Jacob Herz Beer* und nach Errichtung eines Tempels durch diesen dort ab.

³ Zum Verhältnis der Philosophie Kants zur jüdischen Aufklärung, vgl. *Ch. Schulte*, Die jüdische Aufklärung, 2002, S. 157 ff.

⁴ Die Bedeutung der Aufklärung (Haskala) für die jüdische Gemeinschaft kann durchaus ebenfalls als „Revolution“ qualifiziert werden, vgl. *Sh. Feiner*, Haskala – Jüdische Aufklärung – Geschichte einer kulturellen Revolution, 2007, insbesondere S. 455 ff.

Die Phase der geradlinigen Vorwärtsentwicklung der Reformbestrebungen kam indes an ihr Ende, als in einem Zusammenwirken mit der jüdischen Orthodoxie die Preußische Regierung den Beerschen Tempel im September 1823 schloß.

3. Erste Zeichen der Restauration ab ca. 1820

Etwa um diese Zeit setzte sich insbesondere in Preußen eine restaurative Strömung durch.⁵ So gab König Friedrich Wilhelm III. im Jahre 1821 einen Erlaß heraus, der es dem christlichen Klerus und öffentlichen Beamten verbot, jüdischen Feiern beizuwohnen: Hierdurch könne es zu unerwünschten Annäherungen an das Judentum kommen. Berichte über jüdische religiöse Veranstaltungen in der Presse wurden unterdrückt. Im Jahre 1822 gab der Preußische König seine Zustimmung zu der neu gegründeten Berliner „Gesellschaft zur Beförderung des Christentums unter den Juden“. Der Innenminister pries deren Arbeit als „die einzig wahrhafte religiöse Verbesserung der Juden“. Er schrieb an deren Präsidenten, daß die Reform des jüdischen Gottesdienstes die Juden „der bürgerlichen Gesellschaft noch gefährlicher macht als sie vorher waren“. Zu erinnern ist schließlich daran, daß diese restaurative Zeitstimmung in der Bevölkerung breiten Widerhall, u.a. in den sog. Hep-Hep-Unruhen des Jahres 1819, fand.⁶ Diese Entwicklungen zeigen, welche negativen Auswirkungen die Befreiungskriege gegen die napoleonische Herrschaft auf die geistesgeschichtliche Einstellung der politischen Klasse und Bevölkerungen in den betroffenen Ländern hatten. In Deutschland wurde in diesen nachnapoleonischen Jahren die Lessing-Mendelssohn-Jacobsonsche Aufklärungswelt mehr und mehr von einer protestantisch überhöhten romantisierenden Welle der Nationalstaatlichkeit und des Gottesgnadentums verdrängt. Damit wurde zugleich der erste Keim für das Unglück der deutschen Geschichte mit dem Höhepunkt der Holocaust-Katastrophe des 20. Jahrhunderts gezüchtet. Auch die deutsch-französische „Erbfeindschaft“ nahm hier ihren Ausgang.

Mit der Schließung des Berliner Tempels im Jahre 1823 erlitt die Reformbewegung zwar einen herben Rückschlag, aber nicht den Todesstoß. Ihr Zentrum hatte sich vielmehr nach Hamburg verlagert. Hier kam es 1817 zu Gründung des „Neuen Israelitischen Tempelvereins“ und kurze Zeit (1818) darauf zur Einweihung des Reformtempels in der südlichen Neustadt. Der Gottesdienst folgte im Wesentlichen dem durch *Israel Jacobson* gesetzten Berliner Vorbild. Die Reformgemeinde

⁵ Vgl. hierzu und zum Folgenden *M. A. Meyer*, Antwort auf die Moderne – Geschichte der Reformbewegung im Judentum, 2000, S. 88.

⁶ Der Name dieser jüdenfeindlichen Ausschreitungen rührt daher, daß die pöbelnden Menschenmengen dabei den Schlachtruf „Hep, hep“ verwendeten, der sich nach mehrheitlicher Auffassung von dem Satz „Hierosolyma est perdita“ (Jerusalem ist verloren) ableitet, vgl. *St. Jersch-Wenzel* in: Deutsch-Jüdische Geschichte in der Neuzeit, Bd. II (Emanzipation und Akkulturation 1780 – 1871, 1996, S. 43 ff.

verpflichtete den schon in Berlin tätigen *Eduard Kley* als Prediger. Die von den Reformen eingeleiteten Neuerungen kondensierten sich in einem sog. Hamburger Tempelgebetbuch. Gleichzeitig lösten sie einen lebhaften und anhaltenden Konflikt zwischen Orthodoxen und Reformern aus, der als sog. Hamburger Tempelstreit in die Geschichte eingegangen ist.⁷

4. Die „Verwissenschaftlichung“ des Judentums im 19. Jahrhundert

Die in vielen jüdischen Gemeinden in den ersten zwei Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts aufbrechenden Auseinandersetzungen über ihre religiös-liturgische Orientierung brachten eine weitere geistesgeschichtliche Entwicklungslinie des deutschen Judentums hervor. Es setzte zwischen 1810 und 1820 ein Vorgang ein, den man als „Verwissenschaftlichung“ des Judentums bezeichnen kann. Unter der Einwirkung auch nichtjüdischer philosophischer Ansätze – hier ist vor allem *Kant*⁸ zu nennen – blühte in den folgenden Jahrzehnten die „Wissenschaft des Judentums“ auf.

Diese sich über Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts erstreckende Entwicklung des nicht im überkommenen Sinne orthodoxen Judentums ist durch die Gründung bedeutender Vereinigungen und Lehranstalten geprägt worden. Das 19. Jahrhundert ist durch das Aufblühen der „Wissenschaft des Judentums“ gekennzeichnet. Es begann bereits im Jahre 1819 in Berlin mit der Gründung des „Vereins für Cultur und Wissenschaft der Juden“, der es sich zum Ziel gesetzt hatte, das Bewußtsein der gebildeten jüdischen Bevölkerung an die Ideen der Hegelschen Philosophie und an die Grundsätze kritischer historischer Forschung heranzuführen.⁹ Ihren Höhepunkt erreichte diese Linie mit der Gründung der „Hochschule für die Wissenschaft des Judentums“ im Jahre 1872 in Berlin. Auch das einschlägige Publikationswesen zeichnete sich durch Reichhaltigkeit aus, z.B. in Gestalt der erstmals im Jahre 1851 erschienenen „Monatsschrift für Geschichte und Wissenschaft des Judentums“. Diese Verwissenschaftlichung des Judentums kann als genuiner und in dieser Dichte in anderen jüdischen Gemeinschaften nicht anzutreffender Beitrag der deutsch-jüdischen Kulturgemeinschaft gewertet werden.¹⁰ Sie ist als Ausdruck des

⁷ Zu den Entwicklungen in Hamburg vgl. *M. A. Meyer* (Fn. 5), S. 93 (Tempelgebetbuch), 172 ff. (Tempelverein), 172 ff. (Tempelstreit).

⁸ Über die intensive Verbindung zwischen der Philosophie Kants und den jüdischen Aufklärern vgl. *Chr. Schulte* (Fn. 3), S. 157 ff. Ungeachtet der kritischen Äußerungen *Kants* zum Judentum entfaltete sich innerhalb der intellektuellen Kreise des deutschen Judentums im 19./20. Jahrhundert eine breite Kant-Rezeption.

⁹ Vgl. *M. A. Meyer* (Fn. 5), S. 81.

¹⁰ In diesem Sinne auch der langjährige Präsident des Jüdischen Weltkongresses, *Nahum Goldmann*, in seinem Essay über „Deutsche und Juden“ in seiner Autobiographie „Mein Leben als deutscher Jude“, 1980, S. 454 ff., 471.

Bestrebens zu verstehen, der Diskussion um die liturgisch-religiöse Observanz eine wissenschaftliche Tiefendimension zu verleihen. Die Wahl der historischen Analyse lag dabei nahe. Zum einen kam angesichts der weitgehenden Dogmenlosigkeit der jüdischen Religion die Reform einer jüdischen Dogmatik nicht in Betracht. Zum anderen traf die Versenkung in die nationale Historie auf eine allgemeine, auch in der nichtjüdischen Welt verbreitete Zeitströmung. Zu den führenden jüdischen (Religions-)Historikern der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts gehören *Leopold Zunz* und *Isaak Marcus Jost*, letzter mit einer neunbändigen „Geschichte der Israeliten seit der Zeit der Makkabäer bis auf unsere Tage“, erschienen 1820–1829. Den ersten Rang unter den jüdischen Historikern des 19. Jahrhunderts nimmt indes *Heinrich Graetz* (1817–1891) mit seiner elfbändigen „Geschichte der Juden von den Anfängen bis auf die Gegenwart“ (1853–1875) ein. Er kann als eine Art jüdischer *Ranke*¹¹ angesehen werden.

5. Die vier Reformstränge innerhalb des deutschen Judentums im 19./20. Jahrhundert bis zur Shoah

Im Gefolge der durch die Aufklärung (Haskala) bewirkten Infragestellung der überkommenen orthodoxen religiösen Praxis und Weltsicht sowie im Zusammenhang mit der intensiveren geistig-kulturellen Berührung mit der nichtjüdischen Welt differenzierte sich die religiöse Ausrichtung der jüdischen Bevölkerung unter Führung ihrer geistigen Leitungsschicht im Laufe des 19. Jahrhunderts aus. Dabei bildeten sich vier Reformströmungen diesseits der überkommenen Orthodoxie heraus.

- Die der klassischen Orthodoxie nächststehende Gruppierung war die sog. Neo-Orthodoxie mit dem Rabbiner *Samson Raphael Hirsch* (1808–1888) als bedeutendstem Vertreter. Von der Glaubensstrenge her war die Neo-Orthodoxie orthodox und alles andere als reformerisch. Was sie von der klassischen Orthodoxie unterschied, war ihr Bemühen, weltliche Bildung und deutsche Kultur in das Weltbild der Orthodoxie zu integrieren. Wahlspruch dieser Richtung war „Torah im Derech Erez“ („Torah mit dem Weg des Landes“), in der Sache die Einheit von Torah und säkularer Welt. Die Neo-Orthodoxie stand damit voll in der Tradition Moses Mendelssohns. Ihre zahlenmäßige Anhängerschaft blieb überschaubar. Eine der Hochburgen war die Jüdische Gemeinde in Halberstadt.¹²
- Den Platz am entgegengesetzten Ende der Skala der Strömungen des 19. Jahrhunderts nimmt die Gestalt *Samuel Holdheims* (1806–1860) ein.

¹¹ *Leopold von Ranke* (1795 – 1886) gilt als einer der Begründer der modernen Geschichtswissenschaft im Zeichen des Historismus.

¹² Zur Jüdischen Gemeinde Halberstadt vgl. *Kühne*, in: Jahrbuch der BWG 2017, 2018, S. 18 ff., 25. ff.

Obwohl selbst aus einem orthodoxen polnisch-jüdischen Elternhaus stammend, ließ er diese Welt nach 1840 hinter sich. In diesen Jahren stieg er zur Leitfigur einer radikalen religiösen Reform des Judentums auf. Seine Ablehnung galt insbesondere dem Talmud und der Maßgeblichkeit jüdischer Ritualgesetze. Die am Sinai geoffenbarten religiösen Grundsätze betrachtete er nicht als göttliche und daher unabänderliche Lehren, sondern als Menschenwerk, das aus seinen zeitgegebenen Umständen zu verstehen sei. Die Göttlichkeit ruhe vielmehr im Inneren eines jeden individuellen Menschen. Dessen Gewissen und die objektive Vernunft sind demnach die übergeordneten religiösen Instanzen.¹³ Mit dieser Haltung erreichte die jüdische Reformauffassung den Gipfelpunkt ihrer Subjektivierung. So war *Holdheim* auch ein Anhänger weitreichender Veränderungen des jüdischen Gottesdienstes: Verwendung der deutschen Sprache für fast alle Gebete, Ablehnung der Kopfbedeckung, Abschaffung der Gebetsmäntel, Aufhebung der räumlichen Trennung von Männern und Frauen sowie Ersetzung der Bar Mizwa-Feier durch die Einsegnung (Konfirmation) gleichermaßen für Jungen und Mädchen. Bereits an dieser Aufzählung wird die historische Linie von *Israel Jacobson* zur späteren Entwicklung der Reformbewegung deutlich. Ort der konsequentesten Verwirklichung dieser Neuerungen war die im Jahre 1845 gegründete Jüdische Reformgemeinde zu Berlin, die bis zu ihrer Auflösung durch das NS-Regime im Jahre 1942 bestand.¹⁴ An ihr wirkte *Holdheim* von 1847–1860. Einzigartig progressiv war hier die Verlegung des Shabbat auf den Sonntag. Während der *Holdheim'schen* Ausprägung der Reformbewegung in Deutschland keine über die Berliner Gemeinde hinausgehende Verbreitung beschieden war, wurde sie zum Vorbild weiter Teile des Reformjudentums in den USA.

- In der Mitte zwischen diesen Extremen waren zwei weitere bedeutende Rabbinerpersönlichkeiten angesiedelt: *Zacharias Frankel* (1801–1875) und *Abraham Geiger* (1810–1874), der erste mit einer eher konservativen Grundhaltung, der zweite von liberaler Ausrichtung.

Die konservative Grundhaltung *Frankels* zeigte sich insbesondere darin, daß er theologisch an den geoffenbarten Glaubensinhalten des Judentums festhielt. Dies war für ihn der positive Inhalt der jüdischen Religion mit der Thora als Wesenskern. Davon unterschied er die Tradition, die historisch bedingte und daher wandelbare Inhalte umfaßte. Seine theologische Position ist häufig als „goldener Mittelweg“ gekennzeichnet worden.¹⁵ Sie ließ Raum für vorsichtige Anpassungen wie etwa die Abschaffung der 2. Festtage bei bestimmten Feiertagen und die Zulassung

¹³ Vgl. *M. A. Meyer* (Fn. 5), S. 126 ff.

¹⁴ Zur Geschichte der Reformgemeinde vgl. *S. Ladwig-Winters*, Freiheit und Bindung – Zur Geschichte der Jüdischen Reformgemeinde zu Berlin von den Anfängen bis zu ihrem Ende 1939, 2004.

¹⁵ Vgl. *M. A. Meyer* (Fn. 5), S. 132.

der Orgelbegleitung im Gottesdienst, allerdings nur bei Ausübung durch einen nichtjüdischen Organisten. Der konservative und traditionalistische Charakter seiner Einstellung wird nicht zuletzt daran deutlich, daß er der überlieferten Glaubenspraxis der Gemeinde selbst Offenbarungscharakter zuschrieb. Sein Einfluß ergab sich nicht zuletzt aus seiner Stellung als erster Direktor (1854) des Jüdisch-Theologischen Seminars in Breslau“. Er gilt als Begründer der positiv-historischen „Breslauer Schule“.

In der gleichsam linken Mitte der Reformbewegung finden wir die Gestalt *Abraham Geigers* (1810–1874). Auch Geiger trat für die Trennung zwischen der Zeitgebundenheit menschengemachter religiöser Schriftwerke wie der Bibel und des Talmud einerseits und der Überzeitlichkeit sittlichen Bewußtseins andererseits ein. Gleichzeitig hatte Geiger hohen Respekt vor den rabbinischen Autoritäten in ihrer Abfolge als Zeichen des historisch gewachsenen Judentums. Er unterschied zwischen ewigen Sittengesetzen und Ritualgesetzen. Letztere besaßen für *Geiger* nur instrumentellen religiösen Wert und konnten daher abgeschafft werden, sobald sie ihren Zweck nicht mehr erfüllten. So befürwortete er den Gebrauch der Orgel in Gottesdienst und die Abschaffung der Gebete für die Rückkehr nach Zion. Sogar die Beschneidung hielt er für „einen barbarischen blutigen Akt, der den Vater mit Angst erfüllt“. ¹⁶

Unter maßgeblicher Mitwirkung *Geigers* fanden dann zwischen 1844 und 1871 zahlreiche Rabbinersynoden mit dem Ziel statt, eine einheitliche Linie jedenfalls innerhalb des nichtorthodoxen Richtungsspektrums zu finden. Dies gelang jedoch nicht. Die radikalen Reformvorstellungen *Holdheims*, die wohl am ehesten den Geist *Israel Jacobsons* atmeten, blieben auf die Berliner Reformgemeinde beschränkt. Das breite Mittelfeld des nicht-orthodoxen Judentums nahmen im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts die von *Frankel* und insbesondere *Geiger* initiierten Strömungen ein. Sie bildeten den Mainstream des deutschen Judentums und konsolidierten sich zu dem, was als „liberales deutsches Judentum“ in die Geschichte eingegangen ist. Die heftigen Fraktionskämpfe aus der Mitte des 19. Jahrhunderts um die Ausrichtung des deutschen Judentums diesseits der überkommenen Orthodoxie ebten in den letzten drei Jahrzehnten vor der Jahrhundertwende spürbar ab. Ein wesentlicher Grund hierfür war, daß in diesen Jahren der die jüdische Bevölkerung in ihrer Gesamtheit angreifende Antisemitismus der Umgebungsgesellschaft vor allem auch unter rassischen Vorzeichen stark zunahm. Es genügt, in diesem Zusammenhang an den preußischen Hofprediger *Adolf Stoecker* und an den Berliner Historiker *Heinrich von Treitschke* („Die Juden sind unser Unglück“) zu erinnern. Dieser liberale Mainstream des deutschen Judentums blieb auch im 20. Jahrhundert bis zur Katastrophe der 30er und 40er Jahre erhalten.

¹⁶ So *M. A. Meyer* (Fn. 5), S. 158.

6. Das konservativ-orthodox geprägte Judentum in Deutschland nach 1945 bis zur Wiedervereinigung 1990

Für eine religiöse Ausdifferenzierung des deutschen Judentums, wie sie vor 1933 bestand, gab es nach dem Ende des Krieges und der NS-Vernichtungspolitik keinen Platz mehr. Das deutsche Judentum der Vorkriegszeit existierte nicht mehr. Die jüdische Bevölkerung, die ganz überwiegend in kleiner Zahl (ca. 30.000 Personen) in der alten Bundesrepublik lebte, war wesentlich anders zusammengesetzt als vor 1933. Neben den auch vorhandenen Rückwanderungen aus dem Exil bestand die jüdische Bevölkerung zu einem großen Teil aus Menschen, die es in den Kriegs- und Verfolgungswirren aus Osteuropa nach Westdeutschland verschlagen hatte und die dort eine Bleibe in Lagern für sog. Displaced Persons (DP) gefunden hatten. Die Mehrheit unter ihnen wartete auf eine Weiterwanderung in die USA oder den in der Entstehung befindlichen Staat Israel. Die religiöse Orientierung der damals in Deutschland lebenden Juden war durch die jüdische Welt Osteuropas geprägt und demgemäß deutlich konservativ-orthodox.¹⁷ Aus Gründen der nur verhältnismäßig geringen jüdischen Bevölkerungszahl konnte es nur Einheitsgemeinden geben. Unter deren Dach war nur Raum für allenfalls sehr begrenzte religiös-liberale Auffassungen und Religionspraktiken. Materiell ging es zunächst vor allem um die Schaffung einer gemeindlichen Basisinfrastruktur, insbesondere die Errichtung von Synagogen und Bethäusern. Es kam hinzu, daß innerhalb der jüdischen Gemeinden erst in den 60er Jahren allmählich die Auffassung an Boden gewann, daß trotz der Geschehnisse zwischen 1933 und 1945 Deutschland ein Land sein kann, in dem man auf Dauer ein Zuhause findet. Bei weiter fortschreitender wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Konsolidierung änderte sich an dieser Befindlichkeit der jüdischen Gemeinschaft in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Umbruch im Jahre 1990/91 wenig. In religiöser Hinsicht blieb die Einheitsgemeinde die beherrschende Organisationsform. Die Integration der zunächst zurückhaltend bis skeptisch beobachteten Vertreter des Judentums in Deutschland in die jüdischen Weltverbände machte indes zunehmend sichtbare Fortschritte.¹⁸

7. Das Wiederaufleben der jüdischen Reformbewegung nach 1990 im Verbund mit der progressiven Strömung im Weltjudentum

Eine strukturelle Wende in der Entwicklung des deutschen Judentums wurde durch die Überwindung der Spaltung Deutschlands und Europas in den Jahren 1989 ff. herbeigeführt. In diese Zeit fällt ein signifikantes Anwachsen der jüdischen

¹⁷ Vgl. hierzu *M. Brenner*, Nach dem Holocaust. Juden in Deutschland, 1945–1950, 1995.

¹⁸ Für eine Gesamtdarstellung der jüdischen Nachkriegsgeschichte vgl. *M. Brenner* (Hrsg.), Geschichte der Juden in Deutschland von 1945 bis zur Gegenwart: Politik, Kultur und Gesellschaft, 2012.

Bevölkerung durch Zuwanderung aus Osteuropa mit der Folge einer Erhöhung der Zahl der Mitglieder jüdischer Gemeinden auf ca. 100.000. Hinzukommt eine erhebliche Anzahl jüdischer Menschen, die keiner Gemeinde angehören. Im Zuge dieser quantitativen Ausweitung bildete sich auch eine erneute qualitative Ausdifferenzierung in religiöser Hinsicht heraus: Liberale Gruppierungen und z.T. auch Separatgemeinden (z.B. München, Hannover, Hamburg) konstituierten sich. Die Ideen jüdischer Reformer wie z.B. *Israel Jacobson* stießen erneut auf lebhaftes Interesse.¹⁹

Nicht unwesentlich gefördert wurden solche Tendenzen durch verbandliche und sonstige Kontakte mit progressiven jüdischen Organisationen wie der World Union for Progressive Judaism. Sie sind wesentlich durch das angelsächsische, insbesondere US-amerikanische Reformjudentum geprägt. Damit schließt sich auch ein historischer Kreis: Das US-amerikanische Reformjudentum, die heute zahlenmäßig größte jüdische Glaubensströmung in den USA, ist historisch ein Ableger der deutsch-jüdischen Reformbewegung in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts.²⁰ Unter den vielen seinerzeitigen Auswanderern nach Amerika befanden sich auch solche jüdischen Glaubens in einer Größenordnung von etwa 100.000. Viele kamen aus süd- und südwestdeutschen Kleinstädten. Insbesondere nach dem Scheitern der Revolution von 1848 verbanden sie mit der Auswanderung auch die Hoffnung auf ein freieres Dasein in Bezug auf ihr Judentum. Dies nicht nur im Verhältnis zu staatlichen Instanzen, sondern auch gegenüber strenggläubigeren jüdischen Autoritäten, wie es sie in Europa, nicht aber in Amerika gab. So sehen wir bereits in der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts in den USA die Gründung zahlreicher jüdischer Gemeinden in Städten wie Baltimore und New York. Ihre liturgische Orientierung entsprach im Großen und Ganzen der in Deutschland von *Israel Jacobson* und insbesondere *Samuel Holdheim* vorgezeichneten Linie. Deutsch blieb für Jahrzehnte bis zum Eintreffen der großen jüdischen Einwanderungswellen aus Osteuropa im Wesentlichen die Sprache des Gottesdienstes. Etliche einflußreiche jüdische Theologen, die ihre Rabbinatsausbildung in Deutschland durchlaufen hatten, wie *David Einhorn*, *Kaufmann Kohler*, *Samuel Hirsch* und *Leo Merzbacher* wurden Rabbiner an amerikanischen Reformgemeinden und konnten so ihre religiösen Vorstellungen verwirklichen, was ihnen in dieser Form in Deutschland nicht möglich gewesen wäre.

Die amerikanischen Reformgemeinden sind im Übrigen kein monolithischer Block, sondern in Details durchaus unterschiedlich, so z.B. in der Frage der Kopfbedeckung

¹⁹ Hierzu gehören auch nicht-religiöse Foren wie das im Jahre 2016 in Braunschweig gegründete Israel-Jacobson-Netzwerk für jüdische Kultur.

²⁰ Über die Reformbewegung in den USA vgl. umfassend *M. A. Meyer* (Fn. 5), S. 324 ff.; *A. Friedlander*, Von Berlin in die Welt, in: *A. Nachama, J. H. Schoeps, E. v. Voolen*, Jüdische Lebenswelten, 1991, S. 13 ff. (22 ff.).

für Rabbiner während des Gottesdienstes.²¹ Das US-Reformjudentum hat in der jüngeren Vergangenheit verschiedene wichtige Weichenstellungen in Richtung auf bedeutende Neuerungen vorgenommen, so z.B. zu Beginn der 70er Jahre bei der Zulassung von Frauen zum Rabbinat.²² In einer Frage klappt allerdings zwischen dem US-Reformjudentum und dem liberalen Flügel des deutschen Judentums noch eine grundsätzliche Lücke, die in deutschen Gemeinden immer wieder zu leidenschaftlichen Diskussionen führt: Es geht darum, ob auch die Abstammung nur von einem jüdischen Vater das Kind jüdisch macht (Problem der sog. Vaterjuden). Das amerikanische Reformjudentum bejaht diese Frage²³ im Gegensatz zu den liberalen deutschen Gemeinden.²⁴ Hier dürfte die amerikanische Entwicklung die zukunftsfähigere sein, so daß auch in Deutschland der Trend wohl in diese Richtung gehen wird. *Israel Jacobson*, lebte er heute, würde vermutlich ähnlich denken.

8. Judentum und Aufklärung in der heutigen Zeit

Mit der aus dem Geist der Aufklärung und der Vernunft erwachsenen jüdischen Reformbewegung des 18. Jahrhunderts hat das deutsche Judentum eine religiös-kulturelle Leistung von hohem Rang erbracht. Diese bezieht sich nicht nur auf das deutsch-jüdische Geistesleben, sondern über ihre tiefen Spuren innerhalb des US-amerikanischen Judentums auf die gesamte westliche Zivilisation. In dieser Entwicklungslinie hat *Israel Jacobson* nicht mit tiefgründigen religionsphilosophischen Werken, wohl aber mit tätigem Wirken, namentlich mit dem Synagogenbau in Seesen, einen überaus wichtigen und nachhaltigen Anstoß gegeben. Zu einer vollständigen Würdigung dieser Traditionslinie gehört indes auch die Feststellung, daß das nicht-orthodoxe Judentum, insbesondere in neuerer Zeit in den USA, dafür einen Preis in Gestalt von Einbußen an religiös-korporativer Substanz hinnehmen muß, wie die im Jahre 2013 in den USA veröffentlichte Studie des Pew Research Center über die sich abschwächende Verbindung zwischen den jüdischen Gemeinden und der jüdischen Bevölkerung ergeben hat.²⁵

Als Folge der Katastrophe, die das europäische Judentum im 20. Jahrhundert getroffen hat, befinden sich die Zentren jüdisch-religiöser Wirkkraft außerhalb Europas: Israel und USA. Das Verhältnis zwischen beiden jüdischen Zentren hat

²¹ So wird z.B. im Temple Emanu-EL in New York, einer der führenden Reformsynagogen der USA, seit dem Amtswechsel des Senior Rabbi von David Posner zu Joshua Davidson im Jahre 2015 wieder Kopfbedeckung getragen.

²² Sally Priesand wurde 1972 als erste Frau am Hebrew Union College in Cincinnati ordiniert. Im Jahre 1935 war in Deutschland bereits Regina Jonas privat ordiniert worden.

²³ Beschluß der Central Conference of American Rabbis (CCAR) vom 15. März 1983.

²⁴ Zum Problem vgl. *R. Zeifert*, Nicht ganz koscher. Vaterjuden in Deutschland, 2017.

²⁵ Vgl. hierzu *Kühne*, in: Jahrbuch der BWG 2013, 2014, S. 271 ff., 285 f.

in neuerer Zeit Züge einer Konfrontation zwischen dem orthodox-rabbinischen Establishment in Israel und dem mehrheitlich liberal-reformorientierten US-amerikanischen Judentum angenommen. Geprägt wird dieser Konflikt sowohl durch religiöse Grundsatzstreitfragen als auch durch überlagernde Auseinandersetzungen über die Politik Israels im Zusammenhang mit dem Nahost-Konflikt.²⁶ Neben den sachproblemspezifischen Gegebenheiten spiegelt diese Konfrontation auch ein allgemeines Kennzeichen unserer gegenwärtigen geistigen und politischen Kultur wider: die Wiederkehr der Irrationalität. Von Aufklärung und Toleranz und damit vom Geist *Israel Jacobsons* sind wir ein gutes Stück entfernt. Und die Zeichen deuten auf eine Verstärkung dieser irrationalen und teilweise autoritären Tendenzen in der Zukunft.

²⁶ Diese Auseinandersetzungen werden ausführlich dargestellt in dem Buch von *Dov Waxman*, *Trouble in the Tribe: The American Jewish Conflict over Israel*, 2016.

Der Niedergang der Volksparteien und der Umbruch des Parteiensystems^{1*}

ULRICH MENZEL

E-Mail: p.u.menzel@t-online.de

Die Ergebnisse der Landtagswahlen in Bayern und Hessen im Herbst 2018 haben die Volksparteien aufgeschreckt. Innerhalb der Parteien wie in der interessierten Öffentlichkeit haben sie eine lange schwelende Debatte befeuert, ob wir am Beginn einer neuen Ära stehen, die den Niedergang der alten Volksparteien markiert² und zu Umbrüchen im vertrauten Parteiensystem mit ganz neuen Koalitionskonstellationen führt. Der Rückzug Merkels als Parteivorsitzende, der dadurch ausgelöst wurde und auf dem Parteitag im Dezember 2018 auch offen ausgetragene Richtungsstreit über die programmatische Aufstellung der CDU zwischen weiter so und Rechtswende, die einen schwachen Widerhall in der SPD findet, nur daß es dort um weiter so versus Linkswende geht, greift zu kurz.³ Es geht nicht um Personalfragen, gar um den Stil im Umgang mit politischen Kontrahenten, es geht auch nicht um programmatische Adjustierungen, sondern zuerst um Erkenntnis und Einsicht, daß die Ursachen für den Niedergang der Volksparteien tiefer liegen, die aus strukturellen Verschiebungen im deutschen Gesellschaftsgefüge resultieren. Diese sind wiederum die Folge des Wandels von der Agrar- über die Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft, bei der der sog. FIRE-Sektor (Finance, Insurance and Real Estate) mit einem hohen Maß von Internationalisierung einen immer größeren Raum einnimmt.⁴ Deshalb

* Eingegangen: 04.01.2019.

¹ Ich danke meinem ehemaligen Mitarbeiter Gerald Heere für die Mithilfe bei der Datenerhebung und Datenaufbereitung einer früheren Version des Datensatzes und für hilfreiche Kommentare zur aktuellen Fassung des Manuskripts.

² Z.B. Philipp Neumann/Alexander Kohnen, Der Niedergang der Volksparteien. In: Braunschweiger Zeitung vom 28.7.2018; Cornelia Hildebrandt, Umbrüche im Parteiensystem in Europa. Schlussfolgerungen für die Linken. In: Forum Wissenschaft (11.4.2018). unter: <https://www.linksnet.de/artikle/47426>

³ So z.B. Johano Strasser, Disziplin und Hingabe. Eine gründliche Erneuerung der SPD gelingt nur dann, wenn die Sozialdemokraten lernen, die Zwecke wieder höher zu schätzen als die Mittel. In: Frankfurter Rundschau vom 6.2.2018.

⁴ Vgl. dazu Mathias Albert/Lothar Brock/Stephan Hessler/Ulrich Menzel/Jürgen Neyer, Die Neue Weltwirtschaft. Entstofflichung und Entgrenzung der Ökonomie. Frankfurt 1999.

geht es auch um die Erkenntnis, daß eine innenpolitische Perspektive allein nicht reicht und daß nicht nur sozioökonomische, sondern auch kulturelle Fragen aufgeworfen sind. Die strukturellen Verschiebungen sind aber auch das Resultat der Digitalisierung vieler gesellschaftlicher Bereiche und der sie ermöglichenden sog. Sozialen Medien, die paradoxer Weise gar nicht so sozial sind, sondern den Trend zur Individualisierung und damit der Auflösung sozialer Milieus gefördert haben.

Die Fokussierung auf Personen und deren Verortung im innerparteilichen Gefüge verstellt den Blick, daß wir derzeit als Folge des skizzierten gesellschaftlichen auch einen politischen Strukturwandel erleben mit einem langen Vorlauf, der sich nicht in das klassische Links-Rechts-Schema einordnen läßt. Dieser Vorlauf beginnt in etwa mit der deutschen Wiedervereinigung. Daß es sich um keinen singulär deutschen Vorgang handelt, zeigt ein Blick über die Grenzen, ist der politische Strukturwandel bei manchen europäischen Nachbarländern doch schon viel weiter fortgeschritten. Dort hat er alte und lange als etabliert geltende Parteien wie die französischen und griechischen Sozialisten oder die italienischen Christdemokraten marginalisiert oder ganz verschwinden lassen, hat neue sehr volatile Bewegungen wie „Syriza“, „Podemos“, „En Marche“ oder „Fünf Sterne“ entstehen lassen und zu „Querfront-Koalitionen“ wie denen zwischen linken und rechten Populisten in Italien und Griechenland geführt.

Der politische Strukturwandel setzte in den frühen 1980er Jahren ein und läßt sich ablesen an der Mitgliederentwicklung der Parteien, an der sozialen Zusammensetzung der Mitgliedschaft, an der Auflösung der Milieus, in denen die Parteien verankert sind, und am Wahlverhalten der Bevölkerung. Die Parteienforschung hat sich der Thematik schon seit einiger Zeit angenommen. Hier sind besonders die Arbeiten von Oskar Niedermayer zu nennen, der seit 2001 regelmäßig die langfristige Entwicklung und soziale Zusammensetzung der Mitgliedschaft der im Bundestag vertretenen Parteien aufarbeitet, und das am Wissenschaftszentrum in Berlin unter Leitung von Wolfgang Merkel und Michael Zürn durchgeführte Projekt „Cosmopolitanism and Communitarianism: How Globalization Is Reshaping Politics in the 21st Century“.⁵ Während Niedermayer eher die innenpolitische Perspektive einnimmt, behandeln Merkel, Zürn und Mitarbeiter das Thema aus einer globalen und ländervergleichenden Perspektive, aus der deutlich wird, welche Kräfte den politischen Strukturwandel weltweit bestimmen. Indem sie die innenpolitischen Folgen thematisieren, wird zugleich ein neues Feld in der Globalisierungsforschung betreten.

⁵ Vgl. dazu Pieter de Wilde/Ruus Koopmanns/Michael Zürn, *The Political Sociology of Cosmopolitanism and Communitarianism: Representative Claims Analysis*. Berlins: WZB 2014. = Discussion Paper SP IV 2014-102; Michael Zürn/Pieter de Wilde, *Debating Globalization: Cosmopolitanism and Communitarianism as Political Ideologies*. In: *Journal of Political Ideologies* 21.2016,3. S. 280-301; Pieter de Wilde, *The Making of Four Ideologies of Globalization*. In: *European Political Science Review*, Online vom 5.11.2018.

1. Die Daten

Beginnen wir mit der Mitgliedschaft und sozialen Zusammensetzung der Parteien, die derzeit im Bundestag vertreten sind. Beides ist durch zwei aufwändige Datensammlungen sehr gut dokumentiert und wird laufend aktualisiert. Für den Zeitraum 1946 bis 1990, also die alte Bundesrepublik, ist das „Handbuch zur Statistik der Parlamente und Parteien in den westlichen Besatzungszonen und der Bundesrepublik Deutschland“, bestehend aus vier Teilbänden, heranzuziehen.⁶ In Teilband II werden Mitgliedschaft und Sozialstruktur von CDU und CSU, in Teilband III die von FDP sowie kleineren bürgerlichen und rechten Parteien und in Teilband IV die von SPD, KPD und kleineren Parteien des linken Spektrums sowie den Grünen dokumentiert. Daß die Grünen darin 2005 noch als linke Partei wahrgenommen wurden, zeigt die traditionelle Gliederung des Handbuchs anhand des klassischen Links-Rechts-Schemas, dem sich die Grünen schon seit ihrem Einzug in den Bundestag 1983 durch die Positionierung in der Mitte des Plenums verweigert haben. Seit 1990 und bezogen auf das wiedervereinigte Deutschland sind das von Niedermayer herausgegebene Handbuch der Parteienforschung⁷ und darauf aufbauend die jährlichen, in der Zeitschrift für Parlamentsfragen dokumentierten, Daten zu den im Bundestag vertretenen Parteien heranzuziehen, die wiederum auf Abfragen bei den Parteien beruhen, also davon abhängig sind, welche Daten diese bei ihren Mitgliedern erheben. Beide Datensätze erfassen nicht nur die Sozialstruktur der Mitgliedschaften, sondern schlüsseln die Daten auch nach Landesverbänden auf. Dies ermöglicht, Zusammenhänge zwischen Mitgliedschaft und Bundestagswahlen und zwischen regionaler Mitgliedschaft und Landtagswahlen herzustellen. Alle im Folgenden analysierten Zahlen stammen aus den genannten Datensätzen und sind im Anhang in Tabellenform dokumentiert.

Der Datensatz über die Parteimitgliedschaften 1946–2017 ist nicht vollständig. Nur für die SPD liegt eine lückenlose Zeitreihe vor, die allerdings für die späten 1940er Jahre aufgrund vieler Eintritte und Austritte, möglicher Doppel- und Dreifachzählungen sowie Parteiwechsel am linken Flügel des Parteienspektrums mit Unsicherheiten behaftet ist und vermutlich zu hoch erscheint. Für CDU und CSU sind die Daten bis 1962 nur lückenhaft, für die FDP sogar erst seit 1967 vollständig verfügbar. Die in der Frühzeit der Bundesrepublik im Bundestag vertretenen Parteien Zentrum, KPD, DP, BHE und Bayernpartei werden hier nicht dokumentiert,

⁶ Handbuch zur Statistik der Parlamente und Parteien in den westlichen Besatzungszonen und in der Bundesrepublik Deutschland. 4 Teilbde. Düsseldorf 2005.

⁷ Oskar Niedermayer, (Hrsg.), Handbuch der Parteienforschung. Wiesbaden 2013; darin besonders ders., Die Analyse von Parteiensystemen. In: Niedermayer 2013. S. 83–117; ders., Parteimitgliedschaften. In: Niedermayer 2013. S. 147–177; ders., Das Parteiensystem der Bundesrepublik Deutschland. In: Niedermayer 2013. S. 739–764; ferner ders., Parteimitglieder in Deutschland: Version 2017 NEU. FU Berlin 2017. = Arbeitshefte aus dem Otto-Stammer-Zentrum Nr. 27; ders., Parteimitgliedschaften im Jahre 2017. In: Zeitschrift für Parlamentsfragen 49.2018, 2. S. 346–371.

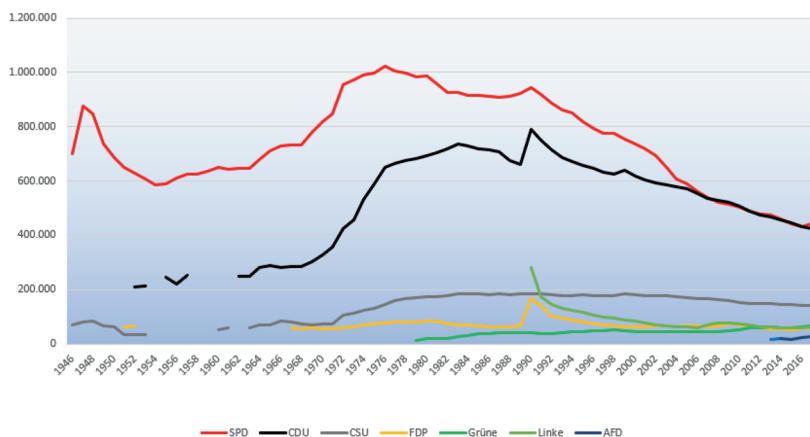


Abb. 1: Mitgliedschaften der aktuell im Bundestag vertretenen Parteien 1946–2017
Alle Zahlen beziehen sich jeweils auf das Jahresende. Quelle: Datenanhang

da sie von SPD und Union aufgesogen wurden und seit Ende der 1950er Jahre keine Rolle mehr gespielt haben.⁸ Bei den späteren Neugründungen liegen für die Grünen seit 1979, für die PDS/Linke seit 1990 und für die AFD seit 2013 Daten vor.

Demnach gab es nach einer starken Fluktuation in der Gründungsphase der Bundesrepublik für die SPD seit 1954 und für die CDU seit 1960 eine kontinuierliche Zunahme der Mitgliedschaft, die sich in der ersten Hälfte der 1970er Jahre beschleunigte – eine Reaktion auf die Politisierung der deutschen Gesellschaft als Folge der Studentenbewegung der Jahre 1968ff. Insofern hat diese weit über das studentische Milieu hinausgegriffen. Für die SPD war der Gipfel in den Jahren 1976 und 1977 mit knapp über einer Million Mitglieder erreicht. Die Ära Willy Brandts bzw. der Sozialliberalen Koalition löste eine außerordentliche Mobilisierung bezüglich neuer Mitglieder aus, deren Zahl sich gegenüber 1954 fast verdoppelte. Zugleich wurde die Partei jünger, weil sich besonders Jugendliche für die Ziele der SPD haben begeistern lassen. Viele der mit Ende der Schröder-Ära abgetretenen SPD-Politiker gehörten zu dieser Generation. Bei der CDU war der Gipfel erst 1983 mit etwa 735.000 Mitgliedern, dem Dreifachen der frühen 1950er Jahre, erreicht. Neben dem Übertritt von Mitgliedern kleinerer Parteien aus dem rechten Spektrum wie der Deutschen Partei war eine konservative Gegenmobilisierung wirksam, die auch die CDU jünger und weniger Honoratiorenpartei als in den 1950er/60er Jahren hat werden lassen. Für die CSU ist nur ein allmählicher Anstieg mit 185.000 Mitgliedern

⁸ Vgl. dazu Robert Hofmann, *Geschichte der deutschen Parteien*. München 1993.

auf den Gipfel des Jahres 1983 zu verzeichnen. Addiert man die Mitglieder von CDU und CSU, konnte die Union 1983/84 erstmals mit der SPD gleichziehen. Da sich beider Mitglieder aus einem breiten gesellschaftlichen Spektrum rekrutierten, war das Etikett „Volkspartei“ durchaus angemessen. Die FDP war deutlich kleiner, verfügte lange Zeit nur über etwa 60.000 Mitglieder und verzeichnete erst im Sog der Sozialliberalen Koalition seit 1973 einen Mitgliederzuwachs, der den linken Parteiflügel gestärkt haben dürfte. Sie erreichte 1981 mit 86.000 Mitgliedern ihren ersten Höhepunkt. Auch sie wurde jünger, blieb aber anders als SPD und Union eher dem Typus der Honoratiorenpartei verhaftet. Nach den Gipfeln von 1976 (SPD), 1981 (FDP) und 1983 (CDU/CSU) setzte für alle ein leichter, aber kontinuierlicher Rückgang der Mitgliedschaft ein, der damals in der Öffentlichkeit gar nicht wahrgenommen wurde. Einzige Partei mit wachsender und besonders junger Mitgliedschaft waren demnach die Grünen, die 1979 mit 11.000 gestartet sind und bis 1990 auf 41.000 angewachsen waren.

Das Wendejahr 1990 vermochte kurzfristig den Abwärtstrend zu stoppen, weniger weil sich durch die Aufnahme der fünf neuen Bundesländer die Bevölkerungszahl der Bundesrepublik auf über 80 Millionen erhöht hatte, sondern weil CDU und FDP ihre „Schwesterparteien“ bzw. ehemaligen „Blockparteien“ in der DDR, die Ost-CDU und die LDP, kurzerhand komplett aufgenommen haben. Für die FDP bedeutete das fast eine Verdreifachung der Mitgliedschaft innerhalb eines Jahres von 65.000 auf 168.000, für die CDU von 663.000 auf 790.000. Die CSU war naturgemäß nicht betroffen, die SPD nur gering, da sie 1946 in der SBZ mehr oder weniger zwangsweise mit der KPD zur SED vereinigt worden war. Die Neugründung der SPD am Ende der DDR hatte dort nur wenige Mitglieder erbracht. Bei den Grünen machte sich die Wiedervereinigung zunächst gar nicht bemerkbar, weil das mit ihnen korrespondierende Bündnis 90 selbständig geblieben und bei der ersten Bundestagswahl nach der Wende auch separat angetreten war. Herausragend war der Effekt bei der PDS als Nachfolgepartei der SED, die 1990 aus dem Stand 281.000 Mitglieder, fast alle zuvor der SED angehörend, aufweisen konnte.

Die Unterbrechung des Abwärtstrends hielt aber nicht lange vor, handelte es sich bei dem Mitnahmeeffekt von CDU und FDP doch um Flugsand, um Personen, die zu Zeiten der DDR nur aus Opportunismus Parteimitglied gewesen waren. Fast genauso schnell wie die neuen Mitglieder aufgenommen worden waren, gingen sie auch wieder verloren. Bereits 1991 setzte sich bei SPD, CDU und FDP der alte Abwärtstrend fort, der bis heute ungebrochen ist. Erst seitdem wird er mit einiger Verzögerung in der Parteienforschung als „Party Decline“ bzw. Niedergang der Volksparteien apostrophiert, obwohl er bereits lange vor der Wende eingesetzt hatte.⁹ Die SPD ist von stolzen 1,022 Mio. Mitgliedern (1976) auf 433.000 (2016)

⁹ Prominentes Beispiel für die Decline-These ist Franz Walter, Im Herbst der Volksparteien? Eine kleine Geschichte von Aufstieg und Rückgang politischer Massenintegration. Bielefeld 2009.

abgestürzt, auch wenn der Schulz-Hype 2017 ein kurzes Zwischenhoch ausgelöst hat, die CDU von ihrem eigentlichen Gipfel mit 735.000 (1983) auf 426.000 (2017). Seit 2007 sind beide Parteien nahezu gleichstark und marschieren abwärts im Gleichschritt. Bei der CSU ist der Abwärtstrend von 185.000 (1983) auf 141.000 (2017) zwar gemäßiger aber auch kontinuierlich. Die FDP ist mit 63.000 (2017) da angelangt, wo sie Anfang der 1950er Jahre begonnen hatte. Besonders drastisch ist der Absturz der PDS/Linke von 281.000 (1990) auf 62.000, obwohl die Abspaltung des linken Flügels der SPD als WASG und dessen Vereinigung mit der Linken 2007 zu einem kurzen Aufschwung geführt hatte. Der Grund ist darin zu suchen, daß die alten SED-Kader ausgestorben sind, ein Aderlaß, den der Zuwachs von West-Linken aus dem Reservoir der zahlreichen Splitterparteien bzw. ehemaligen K-Gruppen inklusive der DKP links der SPD nicht kompensieren konnte. Einzig die Grünen haben sich behauptet und vermochten seit 2008 einen bescheidenen, aber kontinuierlichen Zuwachs zu vermelden, der sich 2017/18 beschleunigte. 2012 konnten erstmals die Mitgliederzahl der FDP und 2018 die Marke von 70.000 übertroffen werden. Bleibt schließlich die 2013 gegründete AFD, die nach Austritt des bürgerlichen Flügels 2015 zwar einen Einbruch zu verkraften hatte, aber seitdem neben den Grünen die einzige Partei mit wachsender Mitgliedschaft ist. Sie war 2017 bei knapp 28.000 angelangt. Halten wir als erstes Zwischenfazit fest: Der Party Decline (Niedergang der Parteien) betrifft nicht alle, sondern nur die alten Parteien, die sich in der Gründungsphase der BRD formiert haben, und die Linke, die mit Blick auf ihre SED-Vergangenheit auch eine alte Partei aus der Gründungsphase der DDR ist, der Party Rise die Grünen und die AFD.

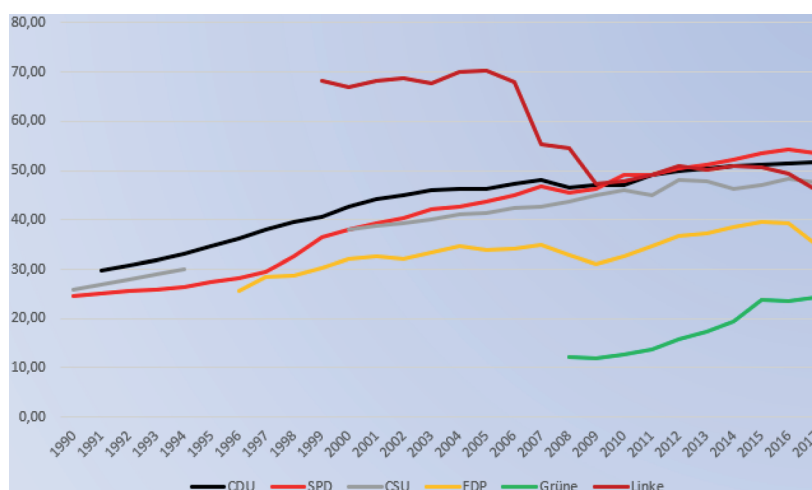


Abb. 2: Parteimitglieder über 60 Jahre in Prozent

Wie ist es um die Zusammensetzung der Mitgliedschaft bestellt? Genauso bedrohlich für die Zukunft der Parteien wie der Mitgliederschwund ist ihre Überalterung.

Auch wenn die Daten über den Altersaufbau vor 1990 sehr lückenhaft sind, so kann man doch unterstellen, daß alle Parteien im Verlauf ihres großen Mitgliederzuwachses in den 1970er Jahren „junge“ Parteien waren, weil damals viele Jugendliche in die Parteien eingetreten sind und das Durchschnittsalter gesenkt haben. So waren in der zweiten Hälfte der 1970er Jahre bei der SPD nur 16–17% der Mitglieder älter als 60 Jahre. Bei der CDU waren es 1986 24,5%, bei der CSU und der FDP über die gesamten 1970er/80er Jahre etwa 22–24%. Seit 1990 liegen für alle Parteien verlässliche Daten vor. Wenn man als Indikator für Überalterung den Prozentsatz derjenigen Parteimitglieder nimmt, die älter als 60 Jahre sind, ergeben sich für SPD, CDU, CSU und FDP nahezu parallel verlaufende Trends. Damals lag der Anteil der über 60jährigen zwar schon höher als in den 1970er Jahren, bewegte sich aber noch zwischen 25% (SPD) und 30% (CDU). Bis Ende 2017 ist die Quote in beiden Parteien auf über 50% gestiegen. Bei der FDP ist die Tendenz ähnlich, allerdings liegen die Werte um bis zu 10% niedriger. Deutlich jünger ist die Mitgliedschaft der Grünen. Auch hier ist zwischen 2008 und 2017 eine steigende Tendenz zu beobachten – allerdings auf viel niedrigerem Niveau, ist der Anteil der Gründergeneration der über 60jährigen doch lediglich von 10 auf 20% gestiegen. Die Quote blieb seit 2015 sogar stabil, da der weitere Mitgliederzuwachs aus dem Beitritt vor allem junger Mitglieder resultiert. Völlig konträr dazu veränderte sich der Altersaufbau von PDS/Linke. Die Partei war bis 2006 mit einem fast 70prozentigen Anteil der über 60jährigen eine sehr alte Partei. Folglich mußte der Schrumpfungsprozeß mit einer deutlichen Verjüngung einhergehen, weil dieser weniger durch Austritte als durch das Aussterben der alten SED-Kader hervorgerufen wurde. Im Vergleich zu den Grünen handelt es sich immer noch um eine alte Partei, bewegt sich der Anteil der über 60jährigen doch bei etwa 50% – ein erster Hinweis über die fast schon konträren Milieus von Grünen und Linken, die kaum Berührungspunkte aufweisen und Koalitionen zwischen ihnen nicht gerade förderlich sind.

Wenn Parteien durch die Alten und deren Erfahrungshintergrund geprägt werden, dann wird klar, wo ein Problem liegt. Die Zahl der Mitglieder resultiert aus dem Saldo von Zu- und Abgängen. Für den Zugang sind allein die Eintritte verantwortlich, die in der Regel in jüngeren Jahren erfolgen. Der Abgang kann diverse Gründe haben – Austritt, Tod oder Ausschuß, wobei zwischen politischen Gründen wegen Verstoß gegen Prinzipien der Partei (in geringen Fällen) und wegen Säumigkeit bei der Zahlung des Mitgliedsbeitrags unterschieden werden muß. In der Wachstumsphase der 1970er Jahre war es so, daß die Zahl der Eintritte die Summe aus Austritt und Tod deutlich überstiegen hat. Bei der SPD war das Verhältnis lange Zeit 2:1 bis 3:1. Mittlerweile ist der Saldo zwischen Eintritt und Ausscheiden negativ, weil die Eintritte weniger werden und die Überalterung dazu führt, daß

der Tod gegenüber dem Austritt der wichtigere Faktor geworden ist.¹⁰ Die alten Parteien sind dabei, im wahrsten Sinne des Wortes auszusterben.

Die Überalterung hat ferner die fatale Konsequenz eines strukturellen Konservatismus bezüglich des politischen Angebots. Nicht nur das durchschnittliche Mitglied wird älter, auch die Funktionsträger vom Ortsverein bis zum Landesverband und den Delegierten auf den Parteitag. Werden von der Partielite, die in den Vorständen sitzt, politische Kurswechsel vorgenommen, fällt es der strukturkonservativen Basis schwer, diese zu akzeptieren. Die Beobachtung gilt gleichermaßen für SPD wie für Union, die beide radikale Kurswechsel (Agenda vs. Abschaffung der Wehrpflicht oder Atomausstieg) zu verkraften hatten. Der Strukturkonservatismus bremst die Bereitschaft, das politische Angebot zu modernisieren und den Interessen und Bedürfnissen potentieller neuer junger Mitglieder anzupassen. Die Alten interessiert das Thema Rente hier und heute, die Jungen, wie diese angesichts des demographischen Wandels künftig zu finanzieren ist. So werden die Parteien im doppelten Sinne des Wortes zu alten Parteien und geraten in einen Teufelskreis, dem nur schwer zu entinnen ist. Die Überalterung bremst die Erneuerungsfähigkeit, die mangelnde Erneuerung bremst die Attraktivität für neue junge Mitglieder, zumal wenn diese an der Basis nur auf ältere Damen und Herren stoßen, die in der Welt ihrer Erinnerungen an die gute alte Zeit leben, als die Parteiwelt noch in Ordnung war.¹¹ Mit dieser Feststellung wird der Blick auf das Milieu gerichtet, in dem die Parteien verankert sind. Wir werden darauf zurückkommen. Lediglich die Grünen befinden sich in einer komplett anderen Konstellation – ein erster Hinweis, warum sie in der Lage sind zu wachsen und jung zu bleiben.

Mitgliedschaft und Altersaufbau haben Konsequenzen für Wahlen. Jedes Mitglied ist ein potentieller Multiplikator – in der Familie, am Arbeitsplatz, im Freundeskreis, in der Nachbarschaft, im Verein, in der Kneipe. Es macht schon einen Unterschied, ob man über eine Million Multiplikatoren oder über 400.000 verfügt. Wenn mehr als die Hälfte der Mitglieder älter als 60 ist, schwächt das die Multiplikatorenwirkung zusätzlich, weil die Zahl der Aktivisten unter den Mitgliedern schwindet, dürfte doch die Bereitschaft von 60–80jährigen, samstags am Infostand in der Fußgängerzone zu stehen oder nachts im Wahlkampf Plakate zu kleben, geringer ausgeprägt sein als bei 20–30jährigen.

Wenn man die Mitglieder der sechs derzeit im Bundestag vertretenen Parteien über den Zeitraum 1946–2017 zu einem Schichtendiagramm addiert, verstärkt sich der Eindruck. Bis zum Ende der alten Bundesrepublik waren bei etwa 45 Mio. Wahl-

¹⁰ Auch die jeweiligen Ursachen für das Ausscheiden werden in den zitierten Datensammlungen erfaßt.

¹¹ Exemplarisch dafür das Interview mit Irmgard Scheinhardt „Eine Partei ist eine Gemeinschaft“. Irmgard Scheinhardt, seit 1946 SPD-Mitglied, über die goldene Zeit der Sozialdemokraten im Ruhrpott, den Überlebenskampf der Volkspartei und den Mitgliederentscheid über die GroKo. In: Frankfurter Rundschau vom 26.2.2018.

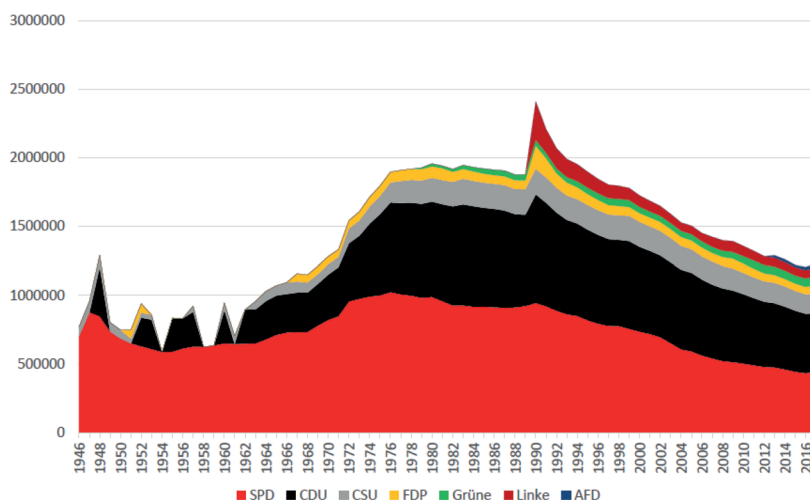


Abb. 3: Parteimitgliedschaft gesamt

berechtigten knapp zwei Millionen Bürger Mitglied einer Partei. Trotz der neuen Parteien ist deren Zahl auf etwa 1,25 Mio. zurückgegangen, gleichzeitig aber die Zahl der Wahlberechtigten auf 60,7 Mio. gestiegen. Die Graphik läßt sich demnach als Ausdruck der beschleunigten Politisierung der deutschen Gesellschaft in den 1970er Jahren und der seitdem einsetzenden Entpolitisierung lesen, bei der die Spitze des Jahres 1990 nur als flüchtiger Flugsand erscheint.

Kamen Ende der 1980er Jahre etwa 22 Wahlberechtigte auf ein Parteimitglied, sind es derzeit etwa 48. Für den Multiplikatoreffekt ist das weit mehr als eine Halbierung, wenn auch die Relation Mitglieder-Wähler im Zeitverlauf und im Parteienvergleich eine große Spannweite aufweist. Sie reicht von 1:4 bei der PDS (1990) bis 1:203 bei der AFD (2017). Bei SPD und Union bewegt sie sich von 1990 bis 2017 zwischen 1:20 – 1:30. Eine geringe Spanne zwischen Zahl der Mitglieder und Zahl der Wähler wie anfänglich bei der PDS läßt sich als hohe Identifikation und Bindung der Wähler mit ihrer Partei, eine große Spanne wie aktuell bei der AFD als geringe Identifikation und Bindung interpretieren. Insofern ist die AFD viel mehr Protestpartei als die Linke mit einer volatilen Wählerschaft, die bei nächster Gelegenheit zu einer anderen Protestpartei oder zurück ins Lager der Nichtwähler wandern kann.

Die Wahlergebnisse auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene werden vom Bundes- bzw. den Landeswahlleitern veröffentlicht.¹² Die öffentliche Bericht-

¹² Sie sind auf der Internetseite der Tagesschau unter <https://wahl.tagesschau.de/wahlen> abrufbar.

erstattung und Kommentierung von Wahlen krankt allerdings daran, daß in der Regel nur die **relativen** Zahlen gegenüber der letzten Wahl bzw. gegenüber den konkurrierenden Parteien und die daraus resultierende Sitzverteilung in den Parlamenten als das vermeintlich eigentliche politische Ergebnis thematisiert werden. Sieg oder Niederlage werden daran gemessen, in welchem Maße der relative Anteil an den abgegebenen Stimmen zu- oder abgenommen hat, wie bei der Sitzverteilung im Parlament abgeschnitten wurde. So konnte es sein, daß die Union bei den Bundestagswahlen 2009 als Wahlsieger gefeiert wurde, obwohl sie etwa zwei Mio. Stimmen weniger als bei der Bundestagswahl 2005 errungen hatte. Der „relative“ Erfolg resultierte daraus, daß die SPD bei dieser Wahl mehr als sechs Mio. Stimmen eingebüßt hatte! Da die mehr als acht Mio. verlorenen Stimmen beider Volksparteien nur zu einem geringen Teil den kleinen Parteien zugeflossen waren, mußte die Zahl der Nichtwähler dramatisch von 13,8 auf 18,2 Mio. zugenommen haben. Dieser eigentlich die Bundestagswahl 2009 prägende Befund war der Berichterstattung allenfalls eine Randnotiz wert¹³, obwohl er einen deutlichen Hinweis gab auf strukturelle Veränderungen im Verhalten der Wahlberechtigten und auf Umbrüche in der Parteienlandschaft. Es bietet sich deshalb an, bei der Analyse von den **absoluten** Zahlen auszugehen.

Im Untersuchungszeitraum von 1949, dem Jahr der ersten Bundestagswahl, bis zur bislang letzten 2017 ist die Wohnbevölkerung in Deutschland von knapp 51 Mio. auf knapp 83 Mio. gestiegen. Einen sprunghaften Zuwachs brachte die Vereinigung der beiden deutschen Staaten von 61,2 auf 79,8 Mio., einen schleichenden Zuwachs seitdem die Zuwanderung, die den Rückgang der einheimischen Bevölkerung mehr als kompensieren konnte. Letzterer resultiert daraus, daß die Geburtenrate dauerhaft unter die Sterberate gesunken ist. Bei der Zuwanderung ist hier relevant, ob die Zugewanderten und deren Nachkommen nach einer Übergangszeit die deutsche Staatsbürgerschaft erworben haben und damit wahlberechtigt sind oder nicht, in jedem Fall aber zur Wohnbevölkerung zählen. Stärker als die Wohnbevölkerung ist im Untersuchungszeitraum die Zahl der Wahlberechtigten gestiegen – nämlich von 31,2 auf 61,7 Mio., was auch auf die Senkung des Wahlalters 1970 von 21 auf 18 Jahre zurückzuführen ist. Seit 2002 bleibt deren Zahl stabil, seit 2009 sinkt sie leicht. Wenn die bereits in einigen Ländern vollzogene Senkung des Wahlalters auf 16 auf den Bund übertragen wird, würde das den Trend wieder stoppen. Bis 1998 hat umgekehrt die Zahl derjenigen, die von ihrem Wahlrecht Gebrauch machen, zugenommen. Seitdem ist sie rückläufig. 2009 gab es mit 44 Mio. Wählern fast 6 Mio. weniger als 1998. Die drei Zeitreihen über Wohnbevölkerung, Wahlberechtigte und Wähler bilden die Ausgangsdaten der weiteren Analyse. Wie verhalten sich die Wahlberechtigten und wie partizipieren daran die einzelnen Parteien? Die entsprechenden Daten sind in einem Schichtdiagramm abgebildet, auf dessen vertikaler Achse die absoluten Zahlen abgetragen werden.

¹³ Der bereits zitierte Titel von Walter 2009 ist eine löbliche Ausnahme.

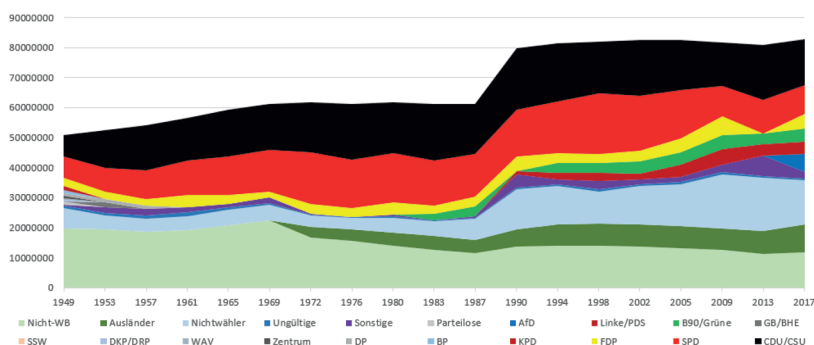


Abb.4: Bundestagswahlen 1949–2017 (absolute Zahlen in Mio.)

In der untersten Schicht erscheinen diejenigen, die aus Altersgründen oder fehlender deutscher Staatsangehörigkeit nicht wahlberechtigt sind, wobei bis 1969 nicht zwischen Inländern und Ausländern unterschieden wird. Die Gesamtzahl pendelte bis 1969 um die 20 Millionen und ist seitdem bis auf 11,7 Mio. gesunken. Dahinter verbergen sich zwei Trends. Die Zahl der nicht wahlberechtigten Deutschen hat von 16,8 auf 11,7 Mio. deutlich abgenommen – weil das Wahlalter gesenkt wurde und weil die Geburtenzahlen zurückgegangen sind, während sich die Zahl der Ausländer (ohne deutsche Staatsangehörigkeit) von 3,6 Mio. (1972) auf 9,4 Mio. (2017) verdreifacht hat. Die Flüchtlingsbewegung 2015 hat dieser Teilmenge einen großen Schub verliehen. Nicht nur die Bevölkerung, auch die Wahlberechtigten werden älter mit Konsequenzen für die Wahlbeteiligung. Die nächste Schicht bilden die Nichtwähler, die aus diversen Gründen keinen Gebrauch von ihrem Wahlrecht machen. Deren Motive sind noch wenig erforscht, zumal sie sich in Umfragen vor Wahlen nicht als solche zu erkennen geben, sondern behaupten, noch unentschieden zu sein.¹⁴ Hier liegt ein wesentlicher Grund, warum die Wahlprognosen in letzter Zeit so häufig daneben lagen, basieren sie doch auf der Annahme, daß die Befragten ehrlich sind. Bei der ersten Bundestagswahl 1949 waren das immerhin 6,7 Mio. Personen. Bis 1976 hat sich deren Zahl kontinuierlich bis auf 3,9 Mio. reduziert. Eine Wahlbeteiligung von über 90% wie bei den Bundestagswahlen 1972 und 1976 muß als hohe Bindungswirkung der Parteien gewertet werden.

Seitdem ist ein drastischer, sprunghafter und nicht kontinuierlicher, Anstieg der Nichtwähler bis 2009 auf 18,2 Mio. zu verzeichnen. Bei der ersten Bundestagswahl nach der Wiedervereinigung war der Anstieg von 7,1 auf 13,4 Mio. besonders stark, während die Zahl der Wähler vergleichsweise geringer nur von 38,2 auf 47 Mio.

¹⁴ Vgl. dazu Claudio Caballero, Nichtwahl. In: Falter/Schoen 2005. S. 319–364.

zugenommen hatte. Dieser überraschende Befund läßt sich nur so interpretieren, daß die Neubürger aus der DDR zu einem erheblichen Maß die Beteiligung an der Bundestagswahl verweigert haben. Ob es sich dabei um überzeugte Anhänger der SED gehandelt hat oder um solche, die der untergegangenen DDR nachgetrauert haben, muß spekulativ bleiben. Die stumme Reserviertheit gegenüber der Wiedervereinigung war offenbar größer, als der öffentliche Taumel vermuten ließ. Der verstörende Befund hat jedenfalls bei der Wahlberichterstattung keine Rolle gespielt. Der Rückgang der Zahl der Nichtwähler 1994 und 1998 mag darauf zurückzuführen sein, daß sich mehr ehemalige DDR-Bürger mit der Wende abgefunden und dieses durch ihre Wahlbeteiligung zum Ausdruck gebracht haben. Besonders stark war der Anstieg der Zahl der Nichtwähler 2009 von 13,8 auf 18,2 Mio., ohne daß sich dafür eine Erklärung wie 1990 aufdrängt. Seitdem ist ein Rückgang auf 14,7 Mio. (2017) zu verzeichnen, weil mit der AFD eine neue Partei kandidiert, die ihre Wähler etwa zur Hälfte aus dem Lager der Nichtwähler rekrutiert. Auf jeden Fall korrespondiert die Zunahme der Nichtwähler mit dem Rückgang der Parteimitglieder und ist ein weiterer Indikator für die Entpolitisierung bzw. für eine zunehmende Weigerung, sich politisch in Form von Wahlen einzubringen. Der Rückgang der Wahlbeteiligung wird zwar seit einiger Zeit in der Berichterstattung erwähnt, aber kaum nach den Ursachen gefragt. Auch ist nicht erkennbar, daß die Parteien gezielt versuchen, die Nichtwähler anzusprechen.

Die nächste Schicht bilden diejenigen, die ungültig gewählt haben. Bei ihnen handelt es sich keineswegs um eine zu vernachlässigende Größe. Bei den ersten vier Bundestagswahlen war deren Zahl erheblich, hat sogar von 763.000 (1949) auf 1,3 Mio. (1961) zugenommen. Seitdem war sie bis 1983 rückläufig auf 339.000, ist bis 2005 aber wieder auf 756.000 angestiegen, um bis 2017 erneut auf 461.000 abzufallen. Offenbar handelt es sich um Wähler, die mal mehr und mal weniger durch die Angebote aller für den Bundestag kandidierenden Parteien nicht angesprochen werden – in der Frühphase der BRD vermutlich NSDAP-Sympathisanten und nach dem KPD-Verbot auch KPD-Sympathisanten. Aber warum stieg die Zahl nach 1983 wieder an? Die ungültig Wählenden werden in der Berichterstattung völlig vernachlässigt und sind für die Wahlforschung noch weniger ein Thema als die Nichtwähler. Sie einfach als Spinner oder Querulanten abzutun, wird der Sache nicht gerecht.

In der nächsten Schicht werden diejenigen abgetragen, die ihre Stimme für „Sonstige“, also für Splitterparteien, abgegeben haben. Darunter können auch Parteien fallen, die knapp an der Fünf-Prozent-Hürde gescheitert sind wie die Grünen 1990 oder die FDP 2013. Deren Zahl fluktuiert von Wahl zu Wahl, ohne daß eine eindeutige Tendenz erkennbar ist. Selbst wenn man die Ausschläge der Jahre 1990 und 2013 wegen des Scheiterns der Grünen bzw. der FDP erklären kann, bleiben 1998 mit 2,9 Mio., 2009 mit 2,6 Mio. und 2017 mit 2,3 Mio. Stimmen für Splitterparteien als herausragende Jahre. Es drängt sich der Verdacht auf, daß Wahlenthaltung, ungültig wählen und Wahl einer Splitterpartei nur Varianten einer Protesthaltung sind.

Die auf die Splitterparteien fallenden Stimmen gehen aber im Unterschied zu den ungültigen und den nicht abgegebenen Stimmen nicht verloren, sondern werden umverteilt auf die im Parlament vertretenen Parteien entsprechend ihrer relativen Stärke. Schon wieder relativ! Wer also relativ die meisten Stimmen bekommen hat, bekommt, auch wenn er absolut verloren hat, den größten Anteil der sonstigen Stimmen, ein fragwürdiges Verfahren, weil es wegen des doppelten relativen Effekts einen trügerischen Eindruck über die tatsächliche absolute Stärke vermittelt. Zumindest die Stimmen für die Splitterparteien, die keine Chance haben, die Fünf-Prozent-Hürde zu meistern, können zu den ungültigen Stimmen addiert werden, da beide stärker noch als Wahlenthaltung Ausdruck von Unzufriedenheit mit den etablierten Parteien sind.

Erst die darauf aufbauenden Schichten erfassen die im Bundestag vertretenen Parteien. Die erste Bundestagswahl 1949 führte zu einer besonderen Zersplitterung der Parteienlandschaft, weil es noch keine Fünf-Prozent-Hürde gab. Im ersten Bundestag waren elf Parteien sowie etliche parteilose Abgeordnete vertreten, im zweiten 1953 noch sieben und im dritten 1957 nur noch fünf. Seit 1961 hat sich das alte Parteiensystem aus Union, SPD und FDP etabliert, nachdem die Union die kleineren Parteien auf der Rechten aufgesogen und die SPD sich mit dem Godesberger Programm von der Klassen- zur Volkspartei geöffnet hatte. In der öffentlichen Wahrnehmung gab es für lange Zeit ein Drei-Parteien-System mit zwei großen Parteien und der FDP als Zünglein an der Waage, die der Union zu einer bürgerlichen oder der SPD zu einer sozialliberalen Mehrheit verhelfen konnte in Abhängigkeit von der Frage, ob der nationalliberale oder der linksliberale Flügel in der FDP in der Mehrheit war. Eine große Koalition war die besonderen Umständen geschuldete Ausnahme.

Mit dem Aufkommen der Grünen wurde das System gesprengt, kam doch die Variante Lagerbildung rot-grün versus schwarz-gelb ins Spiel, mit dem Aufkommen der PDS/Linken die Varianten rot-rot-grün, Ampel, Jamaika und Kenia mit der praktischen Konsequenz, daß große Koalitionen nicht nur denkbar, sondern auch auf Länderebene zur Regel wurden. Deren arithmetische Notwendigkeit hat sich durch das Aufkommen der AFD verstärkt. Die neue Heterogenisierung der Koalitionslandschaft ist aber nicht nur das Resultat der Verweigerung der Stimmabgabe für die im Bundestag vertretenen Parteien, sondern auch das Resultat der Umverteilung der sonstigen Stimmen und vor allem des Wahlrechts. Je mehr Parteien mit Ergebnissen über der Fünf-Prozent-Hürde kandidieren und je mehr sich die Ergebnisse aller Parteien in den Wahlkreisen angleichen, desto „billiger“ ist ein Direktmandat zu erringen. Waren zu Zeiten des Drei-Parteien-Systems im Schnitt vielleicht 40% der Erststimmen notwendig, so reichen mittlerweile häufig bereits 25–30%. Konsequenz ist eine ausufernde Zahl von Überhang- und Ausgleichsmandaten. Der paradoxe Effekt ist, daß trotz rückläufiger Stimmen die Zahl der Mandate einer Partei konstant bleiben oder gar steigen kann und so den nachlassenden Zuspruch für eine Partei weiter kaschiert. Die Aufblähung der

Parlamente wirkt wie ein Pflaster, das die Sorge vieler Abgeordneten lindert, die um ihr Mandat bangen mußten. Hier liegt ein Grund, warum der Aufstand solcher Kandidaten ausbleibt und warum die Schwächen des derzeitigen Wahlrechts nicht korrigiert werden.

Die Union (oberste Schicht) konnte die Zahl ihrer Stimmen von 7,36 Mio. (1949) bis 18,39 Mio. (1976) weit mehr als verdoppeln. Nach dem Einbruch 1987 wurde 1990, nicht zuletzt vereinigungsbedingt, der Gipfel von 20,56 Mio. erklommen. Seitdem ist der Trend trotz Schwankungen rückläufig. 2009 waren es nur noch 14,66 Mio. und 2017 15,32 Mio. nach dem Zwischenhoch 2013 mit 18,2 Mio. Stimmen, das Merkel hohe Akzeptanz in der Union verschaffte. Darunter verläuft die Schicht der SPD, die 1949 mit 6,39 Mio. kaum weniger als die Union erzielte, bis 1972 im Gefolge des „Genossen Trend“ von Wahl zu Wahl bis auf 17,18 Mio. zulegte und erstmals die Union übertreffen konnte. Seitdem bewegte sie sich zwischen 14 und 17 Mio., um 1998 mit 20,18 Mio. Stimmen ihren absoluten Gipfel zu erreichen. Seitdem war von Wahl zu Wahl ein sprunghafter und nur noch als dramatisch zu bezeichnender Absturz auf 9,59 Mio. (2017) zu verbuchen. Die SPD hat innerhalb von 20 Jahren mehr als die Hälfte ihrer Wähler verloren und ist auf dem Niveau von 1957 bei einer damals viel geringeren Zahl von Wahlberechtigten gelandet. Von Volkspartei kann keine Rede mehr sein. Die Parallele zum Rückgang der Mitgliederzahlen ist offensichtlich. Wenn heute das Ende der Volkspartei SPD diskutiert wird, dann hatte dieses Ende einen langen Anfang, der auf die Wahl 2002 zu datieren ist. Obwohl man damals die Zahl der Unionswähler nur ganz knapp mit 6000 Stimmen übertroffen hatte, konnte man sich in Sicherheit wähnen, weil es für Schröder mit den Grünen für sein zweites Kabinett reichte. Deshalb fand eine Ursachenforschung nicht statt.

Bei der FDP ist, anders als bei den beiden großen Parteien, kein Trend, sondern ein beständiges Auf- und Ab erkennbar. Begonnen hat sie 1949 mit 2,38 Mio. Stimmen, ihren ersten absoluten Gipfel erreichte sie 1990 mit 5,1 Mio., wobei die Zahl wie bei allen anderen Parteien wegen der Vereinigung eine Sondersituation markiert. Ihr zweiter war 2009 mit 6,32 Mio. erreicht, auf den 2013 mit nur noch 2,08 Mio. ein Absturz in der Größenordnung von zweit Dritteln der Wähler folgte. Vermutlich können die Schwankungen der FDP darauf zurückgeführt werden, daß deren potentielle Wähler (inkl. sog. Leihstimmen) die diversen Koalitionswechsel der Partei honoriert oder bestraft haben.

Bei Bündnis 90/Die Grünen sind die Schwankungen geringer, ist die Wählerschaft wie die Parteimitgliedschaft weniger volatil als bei der FDP, was auf hohe Bindungswirkung gegenüber der grünen Kernklientel hindeutet. In der Tendenz gab es eine Aufwärtsbewegung von 2,17 Mio. (1983) auf 4,64 Mio. (2009) bzw. 4,16 Mio. Stimmen (2017). Der starke Einbruch bei der Wahl 1990, der sie aus dem Bundestag fegte, dürfte auf die ambivalente Haltung zur Wiedervereinigung zurückzuführen sein, und war Anstoß in Richtung eines realistischeren Politikver-

ständnisses, das 1998 zu rot-grün der Schröder-Ära führte. Seitdem und mit Abtritt der Gründergeneration haben sich die Grünen weiter zu einer libertär-bürgerlichen Partei entwickelt.

Die PDS/Linke ist 1990 mit mageren 1,3 Mio. Stimmen gestartet, konnte aber bis 2009 auf beachtliche 5,2 Mio. zulegen, mußte 2013 einen dramatischen Rückgang auf nur noch 3,76 Mio. verkraften und lag 2017 bei 4,3 Mio. Der Rückgang dürfte nicht zuletzt daran gelegen haben, daß 2013 mit der AFD ein neuer Bewerber in die Arena trat, der aus dem Stand 2,06 Mio. Stimmen erzielte, aber noch an der Fünf Prozent-Hürde scheiterte, konkurrieren doch beide auch um die Stimmen von Protestwählern insbesondere in den neuen Bundesländern. Die fast Verdreifachung der Stimmen für die AFD auf 5,88 Mio. (2017) hat die Partei zur stärksten Opposition gemacht. Trotz der diversen Abspaltungen, durchaus üblich für Parteien in der Gründungsphase, kommt die AFD damit absolut fast schon in die Größenordnung, mit der SPD und Union 1949 gestartet sind. Das Ergebnis der Bundestagswahl 2017 war für die Union besonders fatal, weil sie in Richtung FDP und AFD jeweils fast 1,5 Mio. Wähler verloren hat, die durch eine einseitige Kurskorrektur nicht zurückzuholen sind. Ein strategisches Dilemma deutet sich an.

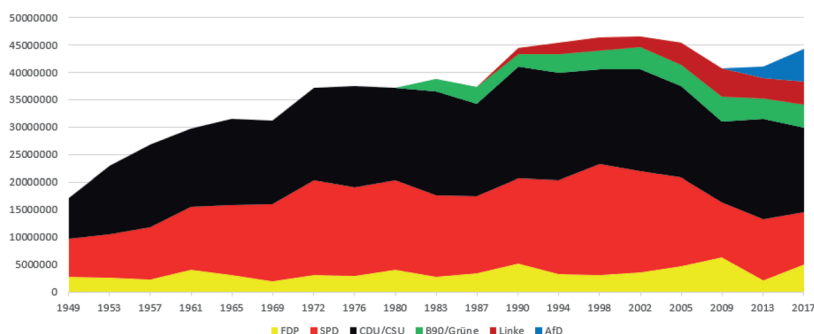


Abb. 5: Alte Parteien versus Neue Parteien

Der Blick auf das gesamte Schichtdiagramm offenbart weitere Trends, die mit dem Zeilendiagramm über die Parteimitgliedschaft korrespondieren. Die bunte Parteienzersplitterung in der Frühphase der BRD hat sich seit 1961 farblich in eine Deutschlandfahne verwandelt mit einem breiten schwarzen, einem breiten roten und einem schmalen goldenen (gelben) Balken. Dieses Bild prägte bis 1983 das Verständnis für die deutsche Parteienlandschaft und wirkte noch lange fort, obwohl die neue Auffächerung zu Lasten des schwarzen und des roten Balkens bereits begonnen hatte, der neue Flaggen (Jamaika, Kenia) bzw. Farbenspiele zuläßt. Die Jahre 1961 bis 1983 waren die Phase eines stabilen Drei-Parteien-Systems mit hoher Wahlbeteiligung und vergleichsweise wenigen Wählern, die ungünstig oder Splitter-

parteien gewählt haben. Alles zusammen war Ausdruck einer hohen Akzeptanz der politischen Angebote der Parteien, in denen die Wähler sich repräsentiert fühlten.

Wenn man die absoluten Zahlen in eine relative Verteilung transformiert, dabei aber nicht die Relation der Parteien untereinander den Maßstab bildet, sondern die Relation der Stimmen zur Gesamtbevölkerung, offenbart sich, daß seit 1983 ein anderer Trend an Fahrt aufnimmt.

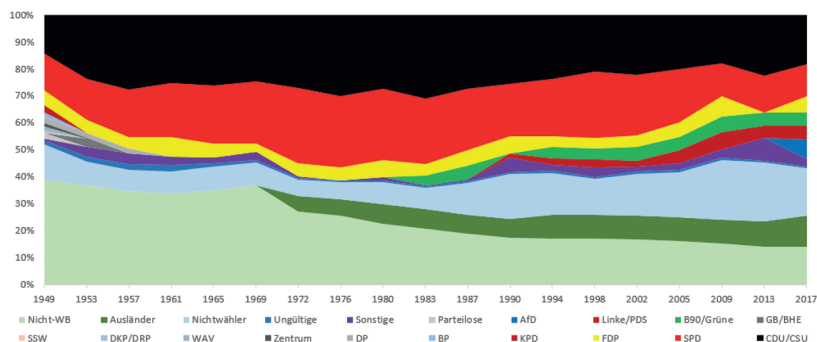


Abb. 6: Bundestagswahlen 1949–2017 (relative Verteilung)

Der unterste Balken, der Anteil der Nichtwahlberechtigten, verjüngt sich von etwa 40 auf gut 30%, obwohl der Anteil der Ausländer bei steigender Tendenz etwa 10% ausmacht. Den mit Abstand stärksten Zuwachs verzeichnet der Anteil der Nichtwähler auf mehr als 20%. Hier spielt eine Rolle, wie erste Studien erkennen lassen, daß Deutsche mit Migrationshintergrund weniger von ihrem Wahlrecht Gebrauch machen als Deutsche ohne Migrationshintergrund. Addiert man Nichtwähler, ungültig Wählende und Wähler der Splitterparteien, kommt man sogar auf 30%. Demnach repräsentieren die im Bundestag vertretenen Parteien trotz Absenkung des Wahlalters nur noch die Hälfte der Bevölkerung, nachdem es in der „schwarz-rot-goldenen“ Epoche etwa 60% waren. Da die gestiegene Wahlenthaltung und die neue Auffächerung des Parteiensystems nahezu ausschließlich zu Lasten der alten Volksparteien geht, repräsentieren diese zusammen nur noch 30% der Bevölkerung, die SPD nur noch 10%. Von Volkspartei kann bei der Union nur noch bedingt, bei der SPD definitiv keine Rede mehr sein.

Kehren wir nochmals zur absoluten Verteilung der Stimmen zurück und reduzieren die Graphik auf die drei großen Schichten Nichtwähler, Unionswähler und SPD-Wähler. Die Nichtwähler, viele Jahre weniger als 5 Mio., waren bis 2009 auf 18,2 Mio. angewachsen und sind seitdem wieder weniger geworden, weil seit 2013 mit der AfD eine Partei kandidiert, die nicht nur den anderen Parteien Stimmen abjagt, sondern ihre Stimmen auch aus dieser Schicht rekrutiert. Die Union kam zuletzt

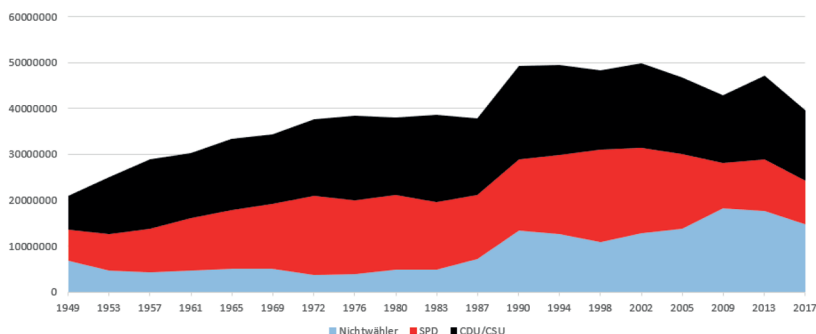


Abb. 7: Volksparteien in Relation zu Nichtwählern

absolut in etwa auf die Größenordnung der Nichtwähler, lag 2009 aber schon deutlich darunter. Die SPD bringt es nur noch auf etwa die Hälfte der Nichtwähler. Der klassischen Vorstellung, die die Wahlkampfstrategie der Parteien bestimmt hatte, daß 50% der Wahlberechtigten Stammwähler, 25% Wechselwähler und 25% Nichtwähler sind, ist der Boden entzogen, ohne daß die neue Volatilität im Wahlverhalten wahlstrategisch reflektiert wird. Wenn es immer weniger Stammwähler gibt, dann kann man sie auch immer weniger berücksichtigen.

Sortiert man das Wahlverhalten nochmal anders, indem man Nichtwähler, ungültig Wählende und Wähler von Parteien, die an der Fünf Prozent-Hürde scheitern, addiert, offenbart sich ein weiterer Befund. Die schwarz-rot-goldene Phase von 1961 bis 1983 war eine Phase mit hoher Wahlbeteiligung und hohen Anteilen für die drei Parteien, die über viele Jahre die deutsche Politik bestimmt haben. Trotz wechselnder Koalitionen aus schwarz-gelb, schwarz-rot und rot-gelb haben sie die breite Mehrheit der Wahlberechtigten angesprochen. Seit 1987 verliert deren Angebot an Attraktivität. Immer mehr Wahlberechtigte fühlen sich nicht mehr durch die schwarz-rot-goldene Konstellation angesprochen, sondern wählen gar nicht, wählen Splitterparteien, wählen neue Parteien oder protestieren mit ihrer Stimmabgabe. Auch wenn kaum zu unterscheiden ist, wer aus Bequemlichkeit, wer aus Desinteresse und wer aus Protest nicht zur Wahl geht, wer seinen Protest zum Ausdruck bringt durch den ungültigen Stimmzettel, die Stimme für eine Splitterpartei oder durch die Wahl einer Partei, die als Protestpartei wahrgenommen wird, so vermittelt die nachfolgende Abbildung doch eine Annäherung an die Größenordnung. Zu berücksichtigen ist ferner, daß neue Parteien, die erstmals die Fünf Prozent-Hürde überspringen, wie die Grünen, die PDS/Linke oder die AFD in ihren Frühphasen oder dauerhaft anziehend auf Protestwähler wirken, was erklärt, warum es auch Wechselwähler von den Grünen zu den Linken und sogar zur AFD sowie von den Linken zur AFD gibt. Letzteres gilt insbesondere für Ostdeutschland.

Insofern müßte die Graphik sogar noch um eine kaum quantifizierbare Schicht „Protestwähler“ aufgestockt werden.

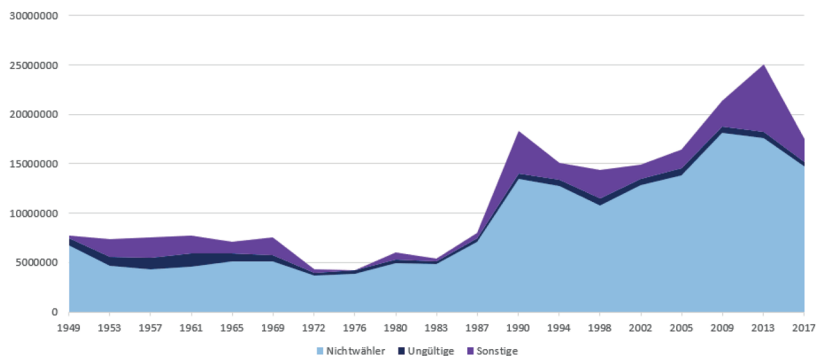


Abb. 8: Nichtwähler + ungültig Wählende + Sonstige (absolut)

Die Summe der drei Gruppen hatte sich zwischen 1949 und 1972 von etwa 8 Mio. auf etwa 4 Mio. halbiert und verharrte bis 1983 bei etwa 5 Mio., ein weiterer Beleg für die damalige Akzeptanz des Drei-Parteien-Systems. Seitdem ist ein dramatischer Anstieg in der Addition der drei Gruppen auf etwa 15 Mio. (1990) und sogar 20 Mio. (2013) zu verzeichnen. Die beiden Spitzen von 1990 und 2013 verzerren insofern den Eindruck, da erst die Grünen und dann die FDP knapp an der Fünf-Prozent-Hürde gescheitert sind. Zählt man allerdings 1990 statt der Grünen die 1,3 Mio. der PDS und 2017 die 5,9 Mio. Stimmen für die AFD und einen Prozentsatz der 4,3 Mio. Stimmen für die Linken hinzu, haben wir einen stabilen Sockel von etwa 25 Mio. Wahlberechtigten erreicht, die durch ihr Wahlverhalten Desinteresse, Unzufriedenheit oder Ablehnung gegenüber den etablierten Parteien, zu denen mittlerweile auch die Grünen gezählt werden, zum Ausdruck bringen – eine Größenordnung, die dringend eine Erklärung verlangt.

Wenn man von der Ebene der Bundestagswahlen auf die Ebene der Landtagswahlen oder gar der Kommunalwahlen herabsteigt, wird der Eindruck noch manifest, weil hier die Wahlbeteiligung noch stärker rückläufig ist. Als Beispiele wurden die Landtagswahlen in Niedersachsen von 1947–2017 und die Ratswahlen für die Stadt Braunschweig von 1946–2016 herangezogen und analoge Berechnungen angestellt.¹⁵

¹⁵ Die entsprechenden Zeitreihen wurden zwar erhoben und auch in analoge Graphiken umgesetzt, werden hier aber aus Platzgründen nicht präsentiert. Die der Grafik zugrundeliegenden Daten werden vom Bundeswahlleiter bzw. dem Landeswahlleiter Niedersachsen veröffentlicht.

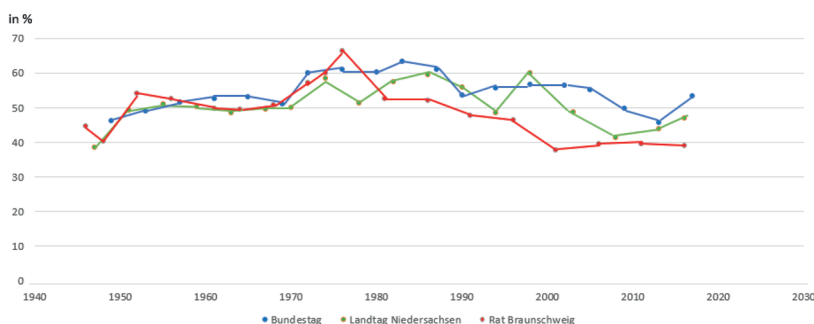


Abb.9: Repräsentationsquoten für Bundestag, Niedersächsischer Landtag und Rat der Stadt Braunschweig 1946–2017

Die in der Abbildung zum Ausdruck kommenden Repräsentationsquoten, definiert als der Anteil der Bevölkerung, der in den Parlamenten vertreten ist, nehmen auf allen drei Ebenen einen ähnlichen Verlauf. Von einem niedrigen Ausgangsniveau Ende der 1940er Jahre steigen sie auf 60–65% in den 1970er/80er Jahren, wofür auch die Absenkung des Wahlalters von 21 auf 18 verantwortlich ist, um dann wieder auf das Ausgangsniveau abzusinken – allerdings mit der Besonderheit, daß der Anstieg auf allen drei Ebenen nahezu gleichmäßig verläuft, der Abfall auf der Landes- und besonders auf der Gemeindeebene stärker ausgeprägt ist. Der Unterschied im Prozentsatz der Bevölkerung, der in den Parlamenten repräsentiert wird, kann zwischen Bund und Gemeinde in manchen Jahren bis zu 20% betragen. Würde man als Beispiel ein ostdeutsches Bundesland oder eine ostdeutsche Kommune heranziehen oder würde man sich auf die Ebene von Wahlkreisen oder gar Stimmbezirken begeben und hier bürgerliche Viertel mit sozialen Brennpunkten vergleichen, wäre die Repräsentationskluft noch krasser. Dabei mag eine Rolle spielen, daß Bundestagswahlen als wichtiger angesehen werden, obwohl doch gerade Kommunalwahlen eine unmittelbarere Bedeutung für den einzelnen Wähler haben. Erst mit Auftreten der AFD stieg auf Bundes- wie auf Landesebene die Repräsentationsquote wieder an. Die nachlassende Repräsentation als eine bloße Anpassung an amerikanische Verhältnisse zu interpretieren, weil dort eine Wahlbeteiligung von 50% die Regel ist, ist nicht zulässig, weil dort die vorgelagerte Hürde der Registrierung besteht. Jeder Wähler muß vor der eigentlichen Wahl aktiv werden, um wählen zu können. In Deutschland wird jeder Wahlberechtigte automatisch ins Wählerverzeichnis aufgenommen. Zwischenfazit: Die Demokratie ist zwar nicht in der Krise, zeigt aber Anzeichen, die auf eine aufscheinende Krise hindeuten.¹⁶ Der Anspruch der

¹⁶ Rainer Forst, Zwei schlechte Hälften ergeben kein Ganzes. Die Krise der Demokratie ist gravierend. In: Frankfurter Rundschau vom 11.11.2018.

Bundesrepublik, eine Repräsentative Demokratie zu sein, ist zumindest beschädigt. Bereits von deren Ende zu sprechen, ist sicher überzogen. Der Weg dahin ist aber beschritten.

Da Bundestagswahlen wegen des großen Zuschnitts der Wahlkreise eine differenzierte parteipolitische Analyse kaum möglich machen, da ländliche Gebiete oder Stadtviertel mit ganz unterschiedlicher sozialer Zusammensetzung dazu gehören können, im Falle von mittelgroßen Städten diese nur einen einzigen Wahlkreis bilden, gar mit den umliegenden ländlichen Gemeinden zusammengefaßt werden, bietet es sich an, die kleineren Landtagswahlkreise oder gar Stimmbezirke heranzuziehen. Besonders aussagekräftig für den politischen Strukturwandel sind die großstädtischen Wahlkreise. Als aktuelle Beispiele dienen die Landtagswahl in Berlin 2016 und die Ergebnisse in München und Frankfurt bei den bayerischen und hessischen Landtagswahlen 2018.



Abb. 10: Landtagswahlen in Berlin, München und Frankfurt nach Wahlkreisen/Stimmbezirken (Zweitstimmen). Quelle: Landeswahlleiter Berlin; Landeswahlleiter Hessen; Frankfurter Rundschau vom 30.10.2018

In den 78 Berliner Stimmbezirken der Wahl zum Abgeordnetenhaus 2016 war die SPD in 28, die CDU in 21, die Grünen und Linken in je 12 und die AFD in 5 die stärkste Partei. Die geographische Verteilung der farblich abgesetzten Stimmbezirke macht eine doppelte Spaltung der Stadt deutlich. Die CDU kam insgesamt auf 17,6% und erscheint als fast lupenreine Westpartei, hat sie doch 19 ihrer 21 Stimmbezirke im ehemaligen Westberlin und dort ausschließlich in den Randbezirken mit Schwerpunkt im Westen von Westberlin, den gut bürgerlichen Stadtteilen wie Zehlendorf, gewonnen. In Berlin kann von der CDU als Volkspartei keine Rede mehr sein. Die SPD, früher, d.h. in ganz Berlin zur Zeit der Weimarer Republik und in Westberlin zur Zeit der Spaltung der Stadt, mit Abstand die stärkste Partei, konnte ihre Führungsposition mit 21,6% nur ganz knapp behaupten und hat ihre 28 Stimmbezirke in einem Ring um die eigentliche Innenstadt gewonnen, der auch die ehemals Ostberliner Stadtteile einbezieht. Die Grünen kamen auf Platz 4 mit 15,2% und gewannen die innerstädtischen Stimmbezirke im Westen und

z.T. auch im Osten. Die Linke erreichte 15,6%, hatte ihre Hochburgen ausschließlich in Ostberlin und dort konzentriert auf den östlichen Rand, der durch die Plattenbausiedlungen geprägt wird. Sie muß sich dort aber bereits der Konkurrenz durch die AFD erwehren, die 14,2% erreichte und bereits fünf Stimmbezirke gewann, die früher an die Linke gegangen wären. In Marzahn-Hellersdorf haben Linke und AFD zusammen fast 50% erreicht, in Friedrichshain-Kreuzberg die Grünen allein 32,8%. Insofern ist Berlin ein Abbild des politischen Strukturwandels in der Nußschale. Es gehört nicht viel Phantasie dazu, sich vorzustellen, daß die Landtagswahl 2020 die grünen zu Lasten der roten und schwarzen, die blauen zu Lasten der dunkelroten Stimmbezirke vermehren wird und daß es im Gesamtergebnis fünf etwa gleichstarke Parteien geben wird. Aufgrund der besonders heterogenen Struktur der Stadt, die diverse gegenläufige Bundestrends auf ihrem Territorium versammelt, ist nicht ausgemacht, wer von ihnen die Nase vorn haben und den Regierenden Bürgermeister stellen wird.

In München, eine besonders wohlhabende und bezüglich der Immobilien und Mieten teure und im Vergleich zu Berlin homogene Stadt, ergibt sich ein ganz anderes Bild. Von den neun Landtagswahlkreisen der Stadt sind 2018 fünf an die Grünen und vier an die CSU gefallen. Bezogen auf die gesamte Stadt haben die Grünen die SPD als stärkste Kraft abgelöst. Die SPD, die lange Zeit den Oberbürgermeister stellte, ist leer ausgegangen. Zu Berlin gibt es allerdings die Parallele, daß die innerstädtischen Wahlkreise – nicht nur der Szene-Stadtteil Schwabing, sondern auch ehemalige Arbeiterviertel wie Milbertshofen – an die Grünen gefallen sind. Die CSU konnte nur die Randbezirke im Westen und Osten wie den Villenvorort Bogenhausen, quasi das Zehlendorf von München, behaupten. Linke und AFD spielen anders als in Berlin kaum eine Rolle, weil es hier keine vergleichbaren sozialen Brennpunkte gibt.

Bleibt schließlich Frankfurt, als ebenfalls „teure Stadt“ strukturell eher mit München als mit Berlin vergleichbar. Die sechs Landtagswahlkreise sind in 46 Stimmbezirke unterteilt. Bei der Landtagswahl 2018 konnte die SPD als ehemals stärkste Partei gerade noch zwei im äußersten Osten, dem ehemaligen Arbeiterviertel am Riederwald, wo die Eintracht ihr Vereinsstadion unterhält, behaupten. Die CDU gewann 18 Stimmbezirke ähnlich wie die CSU in München in den Randbezirken im Westen, Süden und Norden der Stadt. Eigentlicher Gewinner waren die Grünen mit 24 Stimmbezirken, die die gesamte Innenstadt und die innenstadtnahen Stadtteile abdecken. Wie in München sind die Grünen auch in Frankfurt zur stärksten Partei aufgestiegen, ist die SPD auf Platz drei zurückgefallen. Ein interessantes Detail ist der Vergleich der Verteilung der Erst- und Zweitstimmen. Bei den Erststimmen gibt es immer noch die Tendenz, daß gerade in umkämpften Wahlkreisen viele Wähler der Grünen ihre Erststimme der SPD geben, was umgekehrt nicht der Fall ist.¹⁷ Dies ist

¹⁷ Daten in Frankfurter Rundschau vom 31.10.2018.

ein Indiz, daß viele Grünwähler sich zwar nicht sozio-ökonomisch, aber kulturell als links verstehen, und es ist ein Indiz, daß der Strukturwandel der Parteienlandschaft in den Köpfen vieler Wähler noch gar nicht angekommen ist.

In der Gesamtschau aller drei Städte lassen sich diverse Tendenzen erkennen. Die Grünen haben die großen Städte, vor allem deren mittelständische Wohnviertel und nicht nur Szeneviertel wie Kreuzberg, Schwabing oder das Frankfurter Nordend erobert. Die SPD verliert hier besonders, selbst in den ehemaligen Arbeitervierteln, und fällt auf Platz drei zurück. Die Union behauptet sich in den Villenvierteln und den städtischen Randgebieten, die in das ländliche Umland übergehen. Die Linke ist stark in den sozialen Brennpunkten, insbesondere in den anonymen Plattenbausiedlungen, die es nicht nur im Osten, sondern auch in vielen westdeutschen Städten gibt, muß sich dort aber der AFD erwehren. Eine mehr Städte erfassende Analyse würde zeigen, daß die AFD die aufsteigende, manchmal bereits die dominante, Kraft in den sozialen Brennpunkten der alten Bundesrepublik ist, die vom Strukturwandel besonders betroffen sind – etwa in den gebeutelten Vierteln des Ruhrgebiets. Hier ist auch die Wahlbeteiligung unterdurchschnittlich. Im Osten Deutschlands ist sie es auch in der Fläche und tritt dort in Konkurrenz zur vormals dominanten Linken. Damit bietet sich ein weiteres Zwischenfazit an: Die Aufsteiger im deutschen Parteiensystem sind die Grünen und die AFD. Erster Verlierer ist die SPD, zweiter Verlierer ist die Union, die an die Grünen, die FDP und die AFD verliert. Soweit die empirischen Befunde. Wie verhalten diese sich gegenüber den theoretischen Angeboten der Parteienforschung?

2. Ursachen

Der klassische Aufsatz zur Analyse von Parteiensystemen stammt von Seymour Martin Lipset und Stein Rokkan und ist 1967 unter dem Titel „Cleavage Structures, Party Systems and Voter Alignments“ erschienen.¹⁸ Darin entwickeln die beiden Autoren ihr sog. Cleavage-Konzept. Mit dem Begriff „cleavage“ (Spaltung, Kluft) sind innergesellschaftliche Konflikt- oder Bruchlinien gemeint, an denen sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Parteien bei ihrer Formierung orientiert haben, soweit sie sich als Massenparteien und nicht als Honoratiorenparteien mit persönlichen Verbindungen und Netzwerken verstanden. Insofern hat das Konzept eine empirische, eine normative und eine institutionell-organisatorische Dimension. Diese Konfliktlinien sind sowohl als sozio-ökonomische wie als kulturelle zu verstehen, die sich, wenn sie sich überlappen, gegenseitig verstärken. Die vier von Lipset/Rokkan identifizierten klassischen Konfliktlinien verlaufen entlang der

¹⁸ Seymour M. Lipset/Stein, Rokkan, Cleavage Structures, Party Systems and Voter Alignments: An Introduction. In: Dies. (Hrsg.), Party Systems and Voter Alignments: Cross-National Perspectives. New York 1967. S. 1–64.

Gegensätze Kapital und Arbeit, Staat und Kirche, Stadt und Land sowie Zentrum und Peripherie. Unter letzterer sind Konflikte zwischen der Mehrheitsgesellschaft und nationalen, religiösen oder sonstigen Minderheiten gemeint. Bezogen auf die deutsche Parteiengeschichte ist augenscheinlich, daß sich die Sozialdemokratie über den Konflikt zwischen Kapital und Arbeit, das Zentrum als politische Vertretung der katholischen Minderheit im Kaiserreich über den Konflikt zwischen Staat und Kirche, die Konservativen als Vertreter der agrarischen und die Liberalen als Vertreter der gewerblichen Interessen über den Konflikt zwischen Land und Stadt formiert haben. Der Zentrum-Peripherie-Konflikt, in Großbritannien oder in Spanien von hoher Relevanz, war in Deutschland eher nachrangig, äußerte sich aber in Parteien, die die Interessen der polnischen, dänischen oder französischen (Elsaß) Minderheiten vertreten haben. Lediglich der BHE als Partei der „Heimatvertriebenen und Entrechteten“ entsprach in der Frühphase der BRD dieser Konfliktlinie. Daß die kulturelle Dimension ggf. stärkere Prägekraft als die sozio-ökonomische haben konnte, zeigt die politische Orientierung der katholischen Arbeiterschaft, die, gestützt auf die Katholische Soziallehre, damals im Ruhrgebiet Zentrum und nicht SPD wählte. Heute findet der Arbeitnehmerflügel des Zentrums seine Fortsetzung in den CDU-Sozialausschüssen. Da das Zentrum alle Katholiken ansprach, den Unternehmer wie den Angestellten, Arbeiter und Bauern, paßte es wie heute die Grünen nicht in das Links-Rechts-Schema, sondern positionierte sich im Reichstag in der Mitte und war nach allen Seiten koalitionsfähig.

Damit Parteien zu Massenparteien im Sinne von Mitglied- und Wählerschaft werden und es auch bleiben, bedarf es aber nicht nur der Orientierung an gesellschaftlichen Konfliktlinien, sondern auch der sozialen Milieus, in die die Parteien eingebettet sind. Die Milieus sorgen dafür, das Bewußtsein seiner Angehörigen ideologisch zu überformen, damit, um mit Marx zu sprechen, aus dem Bewußtsein an sich ein Bewußtsein für sich wird. Im Falle der Sozialdemokratie war es das gewerkschaftliche Milieu, das aber nicht nur aus den Gewerkschaften selber, sondern auch aus dem dritten Bein der Arbeiterbewegung, den Genossenschaften (Konsum, Neue Heimat, Volksfürsorge, Bank für Gemeinwirtschaft), der Arbeiterwohlfahrt, dem Arbeiter Samariter Bund, der Büchergilde, den Verlagen und Zeitschriften und nicht zuletzt den Vereinen der Arbeiterbewegung (Jugendgruppen wie die Falken, Bergmannskapelle, Taubenzüchter, Liedertafel), hier vor allem des Arbeitersports bestand – jenen Vereinen, die die Begriffe „Eintracht“ oder „Rotweiß“ im Namen trugen. Bismarcks Sozialistengesetze haben das Milieu sogar gestärkt, weil die Arbeiterbewegung ins Vereinsleben ausgewichen ist. Heute sind es Bildungseinrichtungen wie die Akademie für Arbeit oder Arbeit und Leben, die Stipendienprogramme der Hans Böckler- und Friedrich Ebert-Stiftung, die nicht nur die Parteielite qualifizieren, sondern auch die Mitglieder im Sinne der Parteiprogrammatik erreichen wollen. Das korrespondierende Milieu für das Zentrum war das kirchliche Milieu – nicht nur die Katholische Kirche selber mit dem sonntäglichen Kirchgang und dem „Hirtenbrief“ vor der Wahl, den Festen des Kirchenjahrs und den von der Kirche begleiteten

Familienfeiern von der Taufe über die Hochzeit bis zum Begräbnis, sondern auch die von der Kirche unterhaltenen Institutionen in den Bereichen Kindergarten, Schule, Kranken- und Altenpflege und die Organisationen auf Gemeindeebene vom Kirchenchor über die Jugendgruppe bis zum Seniorenkreis. Für die Konservativen können die agrarischen Genossenschaften und Vereine (Landjugend, Landfrauen), aber auch die militärischen (Stahlhelm) und politischen (Vereinigte Vaterländische Verbände, Kyffhäuserbund, Kolonialverein etc.) Verbände genannt werden. Die Liberalen entsprachen eher dem Typus der Honoratiorenpartei, zumal sie in einen nationalliberalen (wirtschaftsliberalen) und einen freisinnigen (linksliberalen) Flügel gespalten waren, der Selbständige bzw. Beamte und Intellektuelle ansprach und sich in zwei Parteien äußerte. Solange die gesellschaftlichen Konfliktlinien relevant und die zugehörigen Milieus intakt waren, haben sie die Stabilität von Massenparteien garantiert. In ein gewerkschaftliches oder kirchliches Milieu wurde man regelrecht hineingeboren, hat ganz selbstverständlich dessen politische Orientierung übernommen, ist ggf. Parteimitglied geworden. Ein intaktes Milieu sorgte sogar dafür, daß eine stumpfer werdende oder sich ganz abschleifende gesellschaftliche Konfliktlinie bezüglich der Parteibindung kompensiert wurde.

Diese Milieus sind analog zu den Parteien in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstanden, haben die Zeit des Kaiserreichs, der Novemberrevolution, der Weimarer Republik und latent sogar der NS-Zeit überlebt, um in der Gründungsphase der BRD wieder aufzublühen. Sie bildeten die Basis für die Wiederbelebung der alten Parteien. Die CDU als Union und nicht als Partei war am ehesten eine Neugründung, weil sie den rheinisch-westfälischen Rahmen des Zentrums sprengte und die Protestanten in Norddeutschland, ehemals Wähler der Konservativen bzw. Deutschnationalen und in Niedersachsen der Deutschen Partei (Welfen), anzusprechen vermochte. SPD und CDU mutierten so von einer Klassenpartei bzw. einer Katholischen Partei in den 1950er und 1960er Jahren zu Volksparteien links und rechts der Mitte. Die CSU als Nachfolgerin der Bayerischen Volkspartei, die schon im Reichstag mit dem Zentrum stimmte, blieb eine katholische Partei. Lediglich die Liberalen konnten sich im Unterschied zu den anderen kleinen Parteien als dritte Kraft behaupten, weil sie den nationalliberalen (ehemals DVP) und den linksliberalen (ehemals DDP/Staatspartei) Flügel parteipolitisch vereinigten, blieben aber weiter dem Typus der Honoratiorenpartei mit nur geringer Mitgliedschaft verhaftet – nicht zuletzt weil ihnen das breitenwirksame Milieu der Sozialdemokraten und Christdemokraten fehlte.

Der empirische Befund hatte gezeigt, daß seit Mitte der 1970er Jahre erst bei der SPD und fünf Jahre später bei der Union die Mitgliedschaft rückläufig war und seit Mitte der 1980er Jahre auch die Zahl der Wähler. Im Sinne der Cleavage-Theorie kann dieser Schwund damit erklärt werden, daß die klassischen Konfliktlinien aufgrund von Strukturwandel, Säkularisierung, Digitalisierung und Individualisierung ihre Prägekraft zur Segmentierung der Gesellschaft verloren haben und daß mit Zeitverzögerung auch die klassischen Milieus der Volksparteien austrocknen bzw.

zerbröseln. Umgekehrt haben sich neue Konfliktlinien aufgetan, für die die alten Parteien kein adäquates politisches Angebot liefern. An den neuen Konfliktlinien orientieren sich die neuen Parteien, die auch durch die Entstehung neuer Milieus unterfüttert werden.¹⁹ Alle Faktoren zusammen haben in den 1980er Jahren den Rahmen des gewohnten 2 ½-Parteiensystems unwiderruflich gesprengt.

Die erste der neuen Parteien waren die 1979 gegründeten Grünen, nach der Wiedervereinigung um das Bündnis 90 der Oppositionsgruppen aus der Wendezeit der ehemaligen DDR erweitert. Die neue gesellschaftliche Konfliktlinie, die zur Formierung der Grünen geführt hat, war und ist der Konflikt zwischen Ökonomie und Ökologie und als Folge der Studentenbewegung zwischen einem libertären und einem autoritären Gesellschaftsverständnis – beides zu Zeiten von Lipset und Rokkan noch nicht manifest und deshalb auch nicht thematisiert. Zu dieser neuen Konfliktlinie verhalten sich die alten Parteien ambivalent, weil sie sich weiter an den alten orientieren und im Zweifelsfalle den ökonomischen Interessen Vorrang vor den ökologischen geben. Die Grünen, aus einer Bewegung entstanden, konnten sich als Partei festigen, weil sie in ein neues Milieu eingebettet sind, das aus den vielen Umweltinitiativen und Umweltorganisationen gespeist wird und ergänzt wird durch Gruppen, die sich den neuen Themen Gender, Abrüstung und Frieden, Menschenrechte und Minderheitenschutz sowie aktuell Integration von Migranten widmen. Auch wenn es Schnittmengen zum gewerkschaftlichen und zum kirchlichen Milieu gibt, so gibt es doch auch Berührungsgängste und offene oder latente Abwehr. Hinzu kommt, daß es sich um ein junges Milieu handelt, das für idealistisch gesinnte Jugendliche attraktiv ist, die eine hohe Einsatzbereitschaft zeigen, es mit Leben zu füllen. Das war früher beim gewerkschaftlichen und kirchlichen Milieu nicht viel anders, doch sind diese in die Jahre gekommen. Jüngsten Auftrieb gegeben hat den Grünen, daß in den letzten Jahren der Klimawandel und dessen Folgen (Dürre, Waldbrände, Abschmelzen der Gletscher und Polarkappen, Starkregen, Überschwemmungen, Stürme) die Vermüllung der Erde und das Artensterben national wie weltweit auch für Laien offensichtlich geworden sind. Da gerade Umweltprobleme eine internationale Dimension haben, sind die Angehörigen des grünen Milieus und ihrer Partei grundsätzlich bereit, nationale Souveränität an Internationale Organisationen abzugeben, sind nicht nur prinzipiell, sondern auch funktionalistisch Befürworter von „Global Governance“, weil nur auf globaler Ebene ein adäquater Umgang mit Umweltproblemen möglich ist.

Die zweite neue Partei, die Linke, ist eigentlich eine ganz alte, setzt sie doch die Tradition der PDS fort, die wiederum als nur umbenannte Nachfolgepartei der SED angetreten ist. Allerdings vermochte sie die linken Splittergruppen der alten Bundes-

¹⁹ Vgl. dazu Holger Onken, Parteiensysteme im Wandel. Deutschland, Großbritannien, die Niederlande und Österreich im Vergleich. Wiesbaden 2013; Elmar Wiesendahl, Parteienforschung im Rahmen der Sozialwissenschaften. In: Niedermayer 2013. S. 13–60.

republik und den linken Flügel der SPD, der sich kurzzeitig als WASG selbständig gemacht hatte, zu absorbieren. Insofern hat sich der linke Flügel des politischen Spektrums wie zu Zeiten der Weimarer Republik in zwei Parteien gespalten mit der fatalen Konsequenz der Fragmentierung des gewerkschaftlichen Milieus, das ohnehin unter Druck steht. Da die Masse der Wähler und anfänglich auch der Mitglieder der Linken aus dem Osten Deutschlands stammte, orientiert sie sich nicht nur an der Konfliktlinie zwischen Kapital und Arbeit, sondern auch (oder sogar vornehmlich) an der Renaissance der vierten der klassischen Konfliktlinien, nämlich der zwischen Zentrum und Peripherie. Das Zentrum ist aus dieser Sicht die Mehrheitsgesellschaft der „Vereinigungsgewinner“ im Westen, die Peripherie die Minderheitsgesellschaft der „Vereinigungsverlierer“ im Osten – auch unter den Begriffen Wessis und Osis geläufig. Die Linke kann sich im Osten auf ein Milieu stützen, das aus den Hinterlassenschaften der SED und ihrer Vorfeldorganisationen gebildet wird. Dieses trocknet allerdings aus aufgrund der Transformation des Ostens wie der Überalterung der Parteimitglieder. Das Milieu links der SPD im Westen ist zu klein, um den Milieuverlust im Osten zu kompensieren. Hinzu kommt, daß die traditionelle Linke eine internationalistisch-solidarische Orientierung hat, die „Verlierer“ im Osten aber eine nationale, um nicht zu sagen nationalistische, Orientierung haben, die aus ihrer „Verlierer-Perspektive“ resultiert. Konsequenz ist die sich anbahnende Spaltung in linke Internationalisten und linke Populisten bzw. internationale und nationale Sozialisten. Der Begriff ist uns noch zu geläufig.

Die dritte und jüngste der neuen Parteien ist die Alternative für Deutschland, die sich weniger für als gegen etwas positioniert. Sie hat sich formiert vor dem Hintergrund einer weiteren neuen gesellschaftlichen Konfliktlinie als Folge der Globalisierung. Globalisierung erzeugt im Gegensatz zur neoliberalen Ideologie nicht nur Gewinner, sondern auch Verlierer im Weltmaßstab wie in jedem einzelnen Land.²⁰ Das gilt gerade für ein so wohlhabendes und sozial abgesichertes Land wie Deutschland. In den neuen Bundesländern kann man sich so gleich zweimal auf der Verliererseite wähen – als Opfer der Wiedervereinigung und als Opfer der Globalisierung. Diese neue Konfliktlinie hat zur Etablierung der AfD als Partei der Abgehängten geführt, die folglich im Osten stärker ist als im Westen. Deshalb tritt sie dort in Konkurrenz zur Linken, wie etwa die Wahlergebnisse in den Stimmbezirken im Osten von Ostberlin zeigen. Bei der Konfliktlinie zwischen einem libertären und einem autoritären Gesellschaftsverständnis stehen sie stärker noch als die Union auf der autoritären Seite. Als Neonationalisten stehen sie jedem Anflug von Global Governance skeptisch bis ablehnend gegenüber. Nicht umsonst ist die AfD aus Anlaß der Einführung des Euro bzw. der Preisgabe der D-Mark entstanden. Da

²⁰ Vgl. dazu Hanspeter Kriesi u.a., *Globalization and the Transformation of the National Political Space: Six European Countries Compared*. In: *European Journal of Political Research* 45.2006. S. 921–956; Hanspeter Kriesi u.a., *Political Conflict in Western Europe*. Cambridge 2012.

sich auch ein die AFD stützendes Milieu bildet aus den Vorfeldorganisationen wie Pegida und Pro Chemnitz, den Reichsbürgern und Identitären, den neuen rechten Kampfportgruppen, den Rockern und Hooligans mit gleitendem Übergang zu Alt- und Neonazis jeglicher Couleur, ist davon auszugehen, daß auch die AFD sich trotz mehrfacher Häutung und Abstoßung des bürgerlich-konservativen Flügels dauerhaft im Parteiensystem etabliert.

Globalisierung hat nämlich nicht nur eine sozioökonomische Dimension, die am ehesten durch staatliche Intervention bearbeitet werden kann, sondern auch eine kulturelle, die eine weitere Kluft zwischen dem libertären-multikulturellen und dem autoritär und ggf. religiös-fundamentalistischen Milieu markiert. Derzeit wird sie besonders durch den Umgang mit der Migration vertieft. Da die jüngsten Flüchtlingsströme den Charakter einer neuen weltweiten Völkerwanderung angenommen haben, die die quantitative Dimension früherer Arbeitsmigration weit übertrifft und die Migranten nicht nur aus kulturell benachbarten, sondern auch kulturell fernen Herkunftsländern stammen, hat die kulturelle gegenüber der sozioökonomischen Dimension der neuen Konfliktlinie an Bedeutung gewonnen. Die AFD profitiert weniger von der befürchteten Konkurrenz um Arbeitsplätze, als vielmehr von der Ablehnung kultureller Überfremdung.

Der politische Umgang mit Globalisierung kennt grundsätzlich zwei Reaktionen.²¹ Die eine, eher funktionalistisch motivierte, lautet Global Governance. Wenn der Nationalstaat gegenüber den Kräften eines entfesselten Weltmarkts überfordert ist, muß er auf eine transnationale Ebene gehoben werden. Nationale Souveränität muß an internationale Organisationen abgegeben werden. In Europa ist das die EU. Die klassische ökonomische Theorie besagt, daß grenzüberschreitender Waren-, Kapital- und Arbeitskräfteverkehr grundsätzlich positiv ist, weil er zu einer weltweit optimalen Allokation der Produktionsfaktoren nach Maßgabe komparativer Vorteile führt. Migration ist demzufolge positiv und lindert bei entsprechender Qualifizierung hier den Mangel an Arbeitskräften, der aus der Überalterung der Gesellschaft resultiert, und reduziert dort die Arbeitslosigkeit als Folge der Verjüngung. Es bedarf nur der entsprechenden Steuerung auf suprastaatlicher Ebene – etwa durch ein Einwanderungsgesetz oder einen Migrationspakt. Auch die kulturelle Dimension von Globalisierung wird als positiv wahrgenommen, weil sie die eigene Gesellschaft in vielfacher Weise bereichert und diese in eine multikulturelle transformiert. Die Einwanderungsgesellschaft USA hat diesen Mythos (vor Trump) lange kultiviert und so die Mobilen und Risikobereiten aus der ganzen Welt angezogen. Deshalb sind die Gewinner der Globalisierung für Global Governance, für globale Umweltabkommen, für den Migrationspakt, für Europa, für Einwanderung, für Freihandel, für Öffnung in jeder Hinsicht. Sie bilden das kosmopolitische Milieu der Gebil-

²¹ De Wilde 2018 unterscheidet sogar vier Reaktionen: Liberalismus, Kosmopolitanismus, Kommunitarismus und Etatismus.

deten, Aufgeklärten, Weitgereisten, Fremdsprachenkundigen, Umweltbewußten, ehrenamtlich Tätigen, überdurchschnittlich Verdienenden, Spendenbereiten, sich als soziale Aufsteiger Verstehenden, in den innerstädtisch-bürgerlichen Vierteln der großen Städte Lebenden. Aus diesem Milieu rekrutiert sich die wachsende Zahl von Wählern und Mitgliedern die Grünen, wie die Analyse der Wahlergebnisse in Berlin, München und Frankfurt gezeigt hat. Diese haben sich von den alten Volksparteien abgewandt oder stoßen als nachgeborene Erstwähler direkt dazu.

Die andere Reaktion auf Globalisierung lautet Abschottung im weitesten Sinne. Im wirtschaftlichen Sinne heißt das Protektionismus und im politischen Sinne Rückzug aus internationalen Abkommen und Organisationen, um nationale Souveränität und verlorenen Wettbewerbsfähigkeit zurückzugewinnen. Bezüglich der kulturellen Dimension bedeutet es Einschränkung, am Besten völlige Unterbindung, der Migration – gleichviel ob es sich um Kriegsflüchtlinge, politisch Verfolgte oder Arbeitsmigranten handelt. Weil die EU mit dem Schengenraum Freizügigkeit garantiert, ist man bereits deshalb gegen sie, wie das Brexit-Votum gezeigt hat. Der neue Nationalismus ist demnach ebenso sozio-ökonomisch wie kulturell bestimmt. Hier liegt das gemeinsame Motiv von Trump-Wählern, Brexit-Befürwortern, Gelbwesten (Gilets jaunes), Anhängern der Lega Nord oder der AFD. Dieses Milieu wird von Wolfgang Merkel Kommunitarismus²² genannt, der sich vom landläufigen Verständnis des Kommunitarismus als eines dritten Weges zwischen Staat und Markt unterscheidet. Man könnte es auch Populistisches Milieu nennen. Politisch kann es sich sowohl in neuen nationalistischen Parteien wie in neuen Strömungen innerhalb der alten Parteien wie z.B. der Tea Party äußern.

Das kirchliche wie das gewerkschaftliche und selbst das kosmopolitische Milieu versprechen Heilsutopien im Jenseits bzw. Diesseits für die Zukunft. Das Kommunitaristisch-populistische Milieu, in der linken wie in der rechten Version, ist auch deshalb so attraktiv, weil es, ganz explizit in der Person seines Propheten Donald Trump, diese Utopie für das Hier und Jetzt verspricht, wenn man nur die ausländische Konkurrenz fernhält, die Grenzen gegen Migranten dicht macht, dem Nationalstaat durch Austritt aus Internationalen Organisationen die verlorene Souveränität zurückgibt, die Kosten für die Bereitstellung der Internationalen Öffentlichen Gütern zur Ordnung der Welt anderen aufbürdet.²³

In Deutschland stehen die alten Volksparteien vor mehreren Problemen. Die alten gesellschaftlichen Konfliktlinien schleifen sich ab. Wenn der Bandarbeiter bei

²² Wolfgang Merkel, Kosmopolitismus versus Kommunitarismus. Ein neuer Konflikt der Demokratie. In: Philipp Harfst/Ina Kubbe/Thomas Poguntke (eds.), *Parties, Governments and Elites: The Comparative Study of Democracy*. Wiesbaden 2017. S. 9–23. Vgl. dazu auch Zürn/de Wilde 2016.

²³ Vgl. zu diesem Argument grundsätzlich Ulrich Menzel, *Die Ordnung der Welt. Imperium oder Hegemonie in der Hierarchie der Staatenwelt*. Berlin 2015; Kurzfassung in: *Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. Jahrbuch 2012*. S. 166–189.

VW einen Stundenlohn von 45 Euro erhält, abgesichert ist durch betriebliche Mitbestimmung und eingebettet ist in hohe Sozialleistungen, wenn die Forderung „Bildung für alle“ bei einer Abiturientenquote von nahezu 50% eines Jahrgangs erfüllt ist, dann schwindet die Konfliktlinie zwischen Kapital und Arbeit. Wenn die genossenschaftlichen Betriebe verschwunden sind, die Gewerkschaften rückläufige Mitgliederzahlen haben, die Zechen stillgelegt sind, im Stahlwerk nur noch Computer den automatisierten Prozeß steuern und selbst die Bergmannskapelle und der Taubenzüchterverein Nachwuchsprobleme haben, dafür aber der besagte Bandarbeiter von VW sich eine Kreuzfahrtreise in die Karibik leisten kann, dann vertrocknet und zerbröselt das gewerkschaftliche Milieu, das den Zulauf für die SPD gespeist hat. Sie ist das Opfer des eigenen Erfolgs geworden, weil die dank ihrer Politik geförderten sozialen Aufsteiger das Milieu verlassen. Nicht mehr mit ihr, sondern gegen die SPD zieht die neue Zeit.

Für das kirchliche Milieu gilt ähnliches. Mittlerweile ist ein Drittel der Bevölkerung nicht mehr Kirchenmitglied. Von denen, die Kirchensteuer zahlen, nimmt nur eine schrumpfende Minderheit regelmäßig am Gottesdienst teil. Also ist auch der Zuspruch zum Gemeindeleben und zum kirchlichen Vereinsleben rückläufig, erreicht der „Hirtenbrief“ nur noch wenige, wird auf die kirchliche Trauung oder die Teilnahme des Pastors beim Begräbnis weniger Wert gelegt. Hinzu kommt wie im gewerkschaftlichen Milieu das Problem der Überalterung. Jede Organisation, jeder Verein, jede Gruppe stirbt im doppelten Sinne des Wortes, wenn der Nachwuchs ausbleibt. Diese Tendenzen sind in der Großstadt ausgeprägter als auf dem Land, in den protestantischen Gebieten stärker als in den katholischen, im Osten, auch ein Erbe der atheistischen DDR, viel stärker als im Westen. Das erklärt, warum gerade im Osten der Zuspruch für die CDU rückläufig ist, wenn auch später einsetzend und geringer ausgeprägt als für die SPD und warum innerhalb der Union die CSU (noch) jenseits der libertären großstädtischen Viertel weniger betroffen ist als die CDU.

Der Niedergang der alten Volksparteien ist demnach auf strukturelle Ursachen zurückzuführen. Ihr politisches Angebot ist an den alten innergesellschaftlichen Konfliktlinien orientiert und ihre Milieus zerbröseln. Damit stehen sie vor einem fundamentalen Dilemma. Wenn sie sich in ihrer Programmatik an den neuen Konfliktlinien orientieren, verlieren sie weiter unter ihrer traditionellen Anhängerschaft, trocknet ihr angestammtes Milieu noch weiter aus. Auch sind die neuen Konfliktlinien bereits von den neuen Parteien besetzt. Der Versuch, in deren Milieus einzudringen, würde die alten Parteien nur unglaublich machen. Hier offenbart sich ein kulturelles Problem. Auch wenn es Schnittmengen zwischen dem kirchlichen und gewerkschaftlichen zum kosmopolitischen Milieu gibt und insofern eine Basis für Koalitionen, so gibt es doch auch gravierende kulturelle Differenzen, die nicht zuletzt durch den Altersunterschied bestimmt werden. Wenn die ihren Milieus verhafteten Mitglieder immer älter werden, verfallen sie in einem struk-

turellen Konservatismus, der Neuerungen, so funktionalistisch sie auch begründet sein mögen, per se mit Mißtrauen begegnet und insofern wenig attraktiv ist für dringend benötigten Nachwuchs.

Die Konsequenz ist ein politischer Schlingerkurs der alten Parteien, der im Konflikt zwischen Ökologie und Ökonomie besonders sichtbar wird. Die aktuellen Themen Kohleausstieg und Dieselfahrzeuge haben dafür paradigmatische Bedeutung. An dem einen Wochenende demonstrieren die Umweltaktivisten gegen die weitere Abholzung des Hambacher Forstes, am nächsten Wochenende die Beschäftigten im Braunkohletagebau, unterstützt von RWE-Vorstand und Gewerkschaft, für die Abholzung. Die CDU-geführte Landesregierung wie die SPD-Opposition laviert, während es den Grünen wie beim Fahrverbot von Dieselfahrzeugen in den Innenstädten leicht fällt, eine klare Position zu beziehen. Immer stehen sich der Umweltschutz und die Sorge um Arbeitsplätzen gegenüber. Ähnliches gilt für das Thema Migration. Die Grünen sind dafür, die AFD ist dagegen. SPD und Union lavieren bzw. zerstreiten sich innerparteilich wie bei dem Kampf um die Merkel-Nachfolge, weil sie als Volksparteien auf beide Seiten im Migrationskonflikt Rücksicht nehmen, den funktionalistischen wie den kulturellen Argumenten Rechnung tragen müssen.

Das Dilemma besteht aber nicht nur darin, daß sie nur um den Preis des Verlusts alter Wähler neue gewinnen können. Wenn sie programmatisch untätig bleiben, verlieren sie Wähler an die neuen Parteien und verlieren vor allem auch solche, die sich ganz von den Parteien verabschiedet haben, weil diese sich überhaupt nicht mehr durch deren Angebot angesprochen fühlen. Dieser Prozeß wurde manifest seit der Bundestagswahl 1987 – ein Hinweis, daß die Folgen der Globalisierung schon seit langem das Wahl- bzw. Nichtwahlverhalten beeinflussen. Die Masse der Nichtwähler sind ehemalige Wähler der Volksparteien, mehr noch der SPD als der Union. Erst das Auftreten der AFD hat diesen Trend gestoppt, sogar rückläufig gemacht. Sie zieht nicht nur Wähler von den alten Volksparteien ab, sondern mobilisiert auch Wähler neu, die zuvor eine Phase der Wahlenthaltung durchlaufen haben.

Verstärkt wird das Dilemma der Volksparteien durch die Medien. Hegemonial im öffentlichen Diskurs sind die Kosmopoliten, die in den Redaktionen der Qualitätszeitungen und des Öffentlich-Rechtlichen Rundfunks mit ihren globalen Korrespondentennetzen sitzen. Sie sprechen ein überdurchschnittlich gebildetes und informiertes Publikum an, erreichen aber nicht die Nichtwähler oder Protestwähler in den sozialen Brennpunkten. Hier liegt auch der Grund, warum Trump als Sprachrohr der Abgehängten, der Globalisierungsverlierer, der weniger Gebildeten und Uninformierten sich auf die Medien eingeschossen hat, warum er in der Lage ist, mit den Twitter-Meldungen an seine 57 Millionen „Follower“ einen desinformierenden Gegendiskurs zu etablieren. Social Media der anderen Art. Beide Diskurse befeuern ihre Milieus – das kosmopolitische ebenso wie das

kommunitaristisch-populistische. Gäbe es in Deutschland einen Trump, wäre die AFD noch stärker, weil im Sinne des konstruktivistischen Arguments nicht das, was ist, sondern das, was wahrgenommen wird, die Köpfe ergreift. Obwohl es in Ostdeutschland die wenigsten Migranten gibt, ist die Fremdenfeindlichkeit dort besonders hoch.

3. Was sind die Konsequenzen?

Wenn die Generalthese zutrifft, dann haben der Umbruch des Parteiensystems, der Niedergang der alten Volksparteien und der Aufstieg der neuen Parteien strukturelle Ursachen, die nicht durch personelle Wechsel in den Parteiführungen, programmatische Adjustierungen oder den Rückzug in die Opposition bearbeitet werden können. Ob man versucht, sich in der Opposition zu erneuern, oder Terrain zurückgewinnen will durch gute Regierungsarbeit, ist dann gleichgültig. Insofern ist die vollmundige Ankündigung des gescheiterten Kandidaten Merz, er sei in der Lage, die CDU wieder auf 40 % Prozent zu bringen und die AFD zu halbieren, Unsinn. Ausgetrocknete und überalterte Milieus lassen sich nicht durch personellen Wechsel in der Parteiführung reaktivieren. Der Strukturwandel der Gesellschaft, der die alten Konfliktlinien geschleift hat, ist unwiderruflich. Der kontinuierliche Schwund an Mitgliedern und Wählern, der in der Öffentlichkeit lange Zeit nicht diskutiert wurde und durch die bloße Wahrnehmung der relativen Wahlergebnisse kaschiert wurde, sind eindeutige Indikatoren, zumal ein Ende des Schwunds nicht erkennbar ist. Hinzu kommt, daß der Mitgliederschwund bei Gewerkschaften und Kirchen ähnliche Ursachen hat wie bei den alten Volksparteien. Franz Walter hat schon vor zehn Jahren prognostiziert, daß die SPD nicht zurückkommt.

Wenn die alten Volksparteien sich programmatisch ganz neu aufstellen und dabei an den neuen gesellschaftlichen Konfliktlinien orientieren, verlieren sie ihre noch verbliebene Klientel. Ob sie eine neue gewinnen, ist fraglich, weil die neuen Konfliktlinien schon von den neuen Parteien besetzt sind. In deren Milieus einzudringen, dürfte noch schwieriger sein. Insofern ist es wahrscheinlicher, daß sich der Niedergang fortsetzen wird und ein Prozeß in Deutschland nachgeholt wird, der in manchen europäischen Nachbarländern schon vollzogen wurde. Lediglich ein Argument spricht im Falle der SPD für deren mögliche Renaissance. Wenn der von Trump angezettelte Protektionismus weltweit an Fahrt gewinnt und daraus eine langanhaltende Wirtschaftskrise resultiert, wie bereits Anfang der 1930er Jahre der Fall, dann könnte auch die alte und stumpf gewordene Konfliktlinie zwischen Kapital und Arbeit wieder an Schärfe gewinnen. Nicht ausgemacht ist allerdings, ob nur die SPD oder auch Linke und AFD aus einem solchen Szenario Zulauf erhoffen können.

Dessen ungeachtet sind die neuen politischen Aufsteiger die Grünen mit wachsender und vor allem junger Mitgliedschaft bereits mehrheitsfähig in den bürgerlich-

mittelständischen Stadtteilen der großen Städte der alten Bundesrepublik. Sie sind attraktiv für das kosmopolitische Milieu, weil sie ein klares politisches Angebot gegenüber den Herausforderungen der Globalisierung, des Klimawandels, der Migration versprechen, indem sie auf Global Governance setzen und dies auch offensiv vertreten. Daß sie nicht überall mehrheitsfähig sind, liegt am skizzierten doppelten Gefälle in Deutschland zwischen Süd und Nord und West und Ost. Der andere politische Aufsteiger ist die AFD, die bei den neuen gesellschaftlichen Konfliktlinien den eigentlichen Gegenpol zu den Grünen bildet. Die AFD ist attraktiv für das kommunitaristisch-populistische Milieu, das sich in den sozialen Brennpunkten der großen Städte und im Osten auch in der Fläche gebildet hat. Während die Grünen Wähler von den alten Volksparteien abziehen, vermag die AFD auch ehemalige Nichtwähler zu mobilisieren.

Perspektivisch werden die alten Volksparteien zwar nicht verschwinden, aber weiter an Bedeutung verlieren. Sie können sogar zerbrechen, wenn sie versuchen, sich an den neuen Konfliktlinien zu orientieren. Die Grünen und die AFD werden aber nicht zu neuen Volksparteien im klassischen Sinne, weil sie in jeder Hinsicht konträre Milieus ansprechen, die im Unterschied zu den Milieus der alten Volksparteien keine Schnittmengen aufweisen. Insofern tragen sie sogar zur Polarisierung der Gesellschaft bei. Nur die Linke könnte an diesem Konflikt zerbrechen, weil sie als ehemals reine Ostpartei in einen internationalistischen und einen nationalistischen Flügel zerfällt. Denkbar ist sogar, daß sich eine weitere neue Partei bildet, die sich an dem neuen Zentrum-Peripherie-Konflikt zwischen Mehrheitsgesellschaft und Migranten orientiert, um die Interessen der Wahlberechtigten mit Migrationshintergrund zu vertreten. Dagegen spricht allerdings, das letztere in sich sehr heterogen sind.

Was heißt das für das Parteiensystem und für Koalitionsbildungen? Da sich im Unterschied zu Italien oder Griechenland Koalitionen aus Links- und Rechtspopulisten bzw. linken und rechten Protestparteien aus historischen Gründen auf absehbare Zeit ausschließen, auch wenn der Begriff „Querfront“ bereits durch die Debatte geistert,²⁴ werden Zweierkoalitionen Mitte-Links oder Mitte-Rechts für parlamentarische Mehrheiten nicht mehr reichen. Von Großer Koalition zu sprechen, ist angesichts der Schwäche der SPD bereits Anachronismus. Nur in den wohlhabenden Bundesländern Westdeutschlands, nicht aber im Bund, dürften schwarz-grüne oder grün-schwarze Koalitionen das Modell der Zukunft sein. Ansonsten werden Dreierkoalitionen (Ampel, Jamaika oder Kenia) oder gar Viererkoalitionen aller Mittelparteien nötig, wenn Linke und AFD an den Rändern zu stark sind. Die Reihenfolge der Farben wird durch die regionalen Schwerpunkte der Parteien und das doppelte Gefälle in Deutschland bestimmt.

²⁴ Vgl. dazu Steven Geyer, In Wut vereint. In: Frankfurter Rundschau vom 11.12.2014.

Literatur

Der AFD wurden Felder ohne Not überlassen. Historiker HEINRICH AUGUST WINKLER über das Erstarken der Populisten in Europa und über Vergleiche zur Weimarer Republik. – Frankfurter Rundschau vom 22./23.9.2018.

ALBERT, M., L. BROCK, S. HESSLER, U. MENZEL & J. NEYER (1999): Die Neue Weltwirtschaft. Entstofflichung und Entgrenzung der Ökonomie. Frankfurt: Suhrkamp.

BOYER, J. & T. KÖSSLER (2005): SPD, KPD und kleinere Parteien des linken Spektrums sowie DIE GRÜNEN. Mitgliedschaft und Sozialstruktur 1945–1990. Düsseldorf: Droste, Handbuch Teilbd. IV.

CABALLERO, C. (2005): Nichtwahl. – Falter/Schoen S. 319–364.

„Eine Partei ist eine Gemeinschaft“. IMRGARD SCHEINHARDT, seit 1946 SPD-Mitglied, über die goldene Zeit der Sozialdemokraten im Ruhrpott, den Überlebenskampf der Volkspartei und den Mitgliederentscheid über die GroKo. – Frankfurter Rundschau vom 26.2.2018.

FALTER, J.W. & H. SCHOEN (Hrsg.) (2005): Handbuch Wahlforschung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften,

FORST, R. (2018): Zwei schlechte Hälften ergeben kein Ganzes. Die Krise der Demokratie ist gravierend. – Frankfurter Rundschau vom 11.11.2018.

FRANZ, C. & O. GNAD (2005): CDU und CSU. Mitgliedschaft und Sozialstruktur 1945–1990. Düsseldorf: Droste, Handbuch Teilbd. II.

GEYER, S. (2014): In Wut vereint. – Frankfurter Rundschau vom 11.12.2014.

GNAD, O., D. CENISS, M. HAUSMANN & C.W. REBEL (2005): FDP sowie kleinere bürgerliche und rechte Parteien. Mitgliedschaft und Sozialstruktur 1945–1990. Düsseldorf: Droste, Handbuch Teilbd. III.

Handbuch zur Statistik der Parlamente und Parteien in den westlichen Besatzungszonen und in der Bundesrepublik Deutschland. 4 Teilbde. Düsseldorf: Droste 2005.

HILDEBRANDT, C. (2018): Umbrüche im Parteiensystem in Europa. Schlussfolgerungen für die Linken. – Forum Wissenschaft (11.4.2018). unter: <https://www.linksnet.de/artikle/47426>

HOFMANN, R. (1993): Geschichte der deutschen Parteien, München.

KRIESI, H., E. GRANDE, R. LACHAT, M. DOLEZAL, S. BORNSCHIER & T. FREY (2006): Globalization and the Transformation of the National Political Space: Six European Countries Compared. – European Journal of Political Research **45**: 921–956.

KRIESI, H. et al (2012): Political Conflict in Western Europe. Cambridge: Cambridge University Press.

LIPSET, S.M. & S. ROKKAN (1967): Cleavage Structures, Party Systems and Voter Alignments: An Introduction. In: Dies. (Hrsg.), Party Systems and Voter Alignments: Cross-National Perspectives. New York: Free Press S. 1–64.

MENZEL, U. (2013): Die Ordnung der Welt. In: Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft. – Jahrbuch 2012. S. 166–189. Braunschweig: J. Cramer Verlag 2013.

MENZEL, ULRICH (2015): Die Ordnung der Welt. Imperium oder Hegemonie in der Hierarchie der Staatenwelt. Berlin: Suhrkamp.

MERKEL, W. (2017): Kosmopolitismus versus Kommunitarismus. Ein neuer Konflikt der Demokratie. In: P. HARFST, I. KUBBE & T. POGUNTKE (eds.), Parties, Governments and Elites: The Comparative Study of Democracy. Wiesbaden: Springer VS S. 9–23.

NEUMANN, P. & A. KOHNEN (2018): Der Niedergang der Volksparteien. – Braunschweiger Zeitung vom 28.7.2018.

NIEDERMAYER, O. (Hrsg.) (2013): Handbuch der Parteienforschung. Wiesbaden: Springer VS.

NIEDERMAYER, O. (2013): Die Analyse von Parteiensystemen. – Niedermayer, S. 83–117.

NIEDERMAYER, O. (2013): Parteimitgliedschaften. – Niedermayer S. 147–177.

NIEDERMAYER, O. (2013): Das Parteiensystem der Bundesrepublik Deutschland. – Niedermayer S. 739–764.

NIEDERMAYER, O. (2017): Parteimitglieder in Deutschland: Version 2017 NEU. Berlin: FU Berlin, Arbeitshefte aus dem Otto-Stammer-Zentrum Nr. 27.

NIEDERMAYER, O. (2018): Parteimitgliedschaften im Jahre 2017. – Zeitschrift für Parlamentsfragen **49**: 346–371.

ONKEN, H. (2013): Parteiensysteme im Wandel. Deutschland, Großbritannien, die Niederlande und Österreich im Vergleich. Wiesbaden: Springer VS.

STRASSER, J. (2018): Disziplin und Hingabe. Eine gründliche Erneuerung der SPD gelingt nur dann, wenn Sozialdemokraten lernen, die Zwecke wieder höher zu schätzen als die Mittel. – Frankfurter Rundschau vom 2.2.2018.

WALTER, F. (2009): Im Herbst der Volksparteien? Eine kleine Geschichte von Aufstieg und Rückgang politischer Massenintegration. Bielefeld: Transcript.

WIESENDAHL, E. (2013): Parteienforschung im Rahmen der Sozialwissenschaften. – Niedermayer 2013. S. 13–60.

DE WILDE, PIETER (2018): The Making of Four Ideologies of Globalization. – European Political Science Review, Online am 5.11.2018.

DE WILDE, P., R. KOOPMANN & M. ZÜRN (2014): The Political Sociology of Cosmopolitanism and Communitarism: Representative Claims Analysis. Berlin: WZB, Discussion Paper SP IV 2014–102.

ZÜRN DE, M. & P. WILDE (2016): Debating Globalization: Cosmopolitanism and Communitarism as Political Ideologies. – Journal of Political Ideologies **21**:(3) 280–301.

Datenanhang

Mitgliedschaft der im Bundestag vertretenen Parteien 1946–2017 (Jahresende)

	SPD	CDU	CSU	FDP	Grüne	Linke	AFD
1946	701.449		69.370				
1947	875.479		82.189				
1948	846.518	360.000	85.247				
1949	736.218		66.554				
1950	684.698		61.763				
1951	649.529		34.558	64.320			
1952	627.827	210.000	35.350	66.137			
1953	607.456	215.000	32.985				
1954	586.143						
1955	589.051	245.000					
1956	612.221	219.950					
1957	626.189	253.605	43.506				
1958	623.816						
1959	634.254						
1960	649.578	243.628	52.277				
1961	644.780		58.327				
1962	646.963	248.484					
1963	648.415	248.633	58.737				
1964	678.484	279.770	70.403				
1965	710.448	287.591	71.479				
1966	727.972	280.781	83.548				
1967	733.004	285.804	80.904	57.644			
1968	732.446	286.541	73.625	55.581			
1969	778.945	303.532	70.216	58.705			
1970	820.202	329.239	75.001	56.486			
1971	847.456	355.745	74.713	53.986			

	SPD	CDU	CSU	FDP	Grüne	Linke	AFD
1972	954.394	422.968	106.951	58.097			
1973	973.601	457.393	111.913	63.520			
1974	990.682	530.500	122.872	70.891			
1975	998.471	590.482	132.591	73.585			
1976	1.022.191	652.010	144.263	78.750			
1977	1.006.316	664.214	159.475	79.248			
1978	997.444	675.286	165.709	80.236			
1979	981.805	682.278	169.248	82.534	11.156		
1980	986.872	693.320	172.420	84.289	20.520		
1981	956.490	705.116	175.275	86.073	18.193		
1982	926.070	718.889	178.523	73.788	20.293		
1983	925.630	734.555	185.428	71.371	28.348		
1984	916.485	730.395	184.226	68.668	31.235		
1985	916.383	718.590	182.852	65.425	37.024		
1986	912.828	714.089	182.369	63.736	38.170		
1987	908.921	705.821	184.293	64.501	42.419		
1988	911.916	676.747	182.738	64.105	40.768		
1989	921.430	662.598	185.703	65.150	41.171		
1990	943.402	789.609	186.198	168.217	41.316	280.882	
1991	919.871	751.163	184.513	140.031	38.873	172.579	
1992	885.958	713.846	181.758	103.505	36.320	146.742	
1993	861.480	685.343	177.289	94.197	39.765	131.406	
1994	849.374	671.497	176.250	87.992	43.899	123.751	
1995	817.650	657.643	179.647	80.431	46.410	114.940	
1996	792.773	645.786	178.573	75.038	48.034	105.029	
1997	776.183	631.700	178.457	69.621	48.980	98.624	
1998	775.036	626.342	178.755	67.897	51.812	94.627	
1999	755.066	638.056	183.569	64.407	49.488	88.594	

	SPD	CDU	CSU	FDP	Grüne	Linke	AFD
2000	734.667	616.722	181.021	62.721	46.631	83.475	
2001	717.513	604.135	177.661	64.063	44.053	77.845	
2002	693.894	594.391	177.705	66.560	43.881	70.805	
2003	650.798	587.244	176.989	65.192	44.052	65.753	
2004	605.807	579.526	172.892	64.146	44.322	61.385	
2005	590.485	571.881	170.117	65.022	45.105	61.270	
2006	561.239	553.896	166.928	64.880	44.677	60.338	
2007	539.861	536.668	166.392	64.078	44.320	71.711	
2008	520.970	528.972	162.232	65.600	45.089	75.968	
2009	512.520	521.149	159.598	72.116	48.171	78.046	
2010	502.062	505.314	153.890	68.541	52.991	73.658	
2011	489.638	489.896	150.585	63.123	59.074	69.458	
2012	477.037	476.347	147.965	58.675	59.653	63.761	
2013	473.662	467.976	148.380	57.263	61.359	63.756	17.687
2014	459.902	457.488	146.536	54.967	60.329	60.551	20.728
2015	442.814	444.400	144.360	53.197	59.418	58.989	16.385
2016	432.706	431.920	142.412	53.896	61.596	58.910	25.015
2017	443.152	425.910	140.983	63.050	65.065	62.300	27.621

Quellen: Franz/Gnad 2005, S. 92–103; Boyer/Kössler 2005, S. 129–143; Gnad u.a. 2005, S. 93–98; Niedermayer 2013; Niedermayer 2013, 2016.

Anteil der über 60jährigen Parteimitglieder 1990–2017 in Prozent

	CDU	SPD	CSU	FDP	Grüne	Linke
1990		24,6	25,8			
1991	29,7	25,2	26,8			
1992	30,7	25,6	27,9			
1993	31,8	26	28,9			
1994	33,1	26,4	30,1			
1995	34,6	27,4				
1996	36,1	28,3		25,7		
1997	37,9	29,4	31,1	28,4		
1998	39,5	32,7		28,7		
1999	40,6	36,5		30,3		68,3
2000	42,6	38,1	38	32		67
2001	44,2	39,2	38,8	32,7		68,3
2002	45,1	40,4	39,4	32,2		68,7
2003	45,9	42,2	40,1	33,4		67,6
2004	46,4	42,7	41,1	34,6		70
2005	46,4	43,6	41,5	34		70,4
2006	47,3	45,1	42,4	34,2		68,1
2007	48,2	46,7	42,7	34,9		55,2
2008	46,6	45,5	43,8	32,8	12. Jan	54,5
2009	47,1	46,4	44,9	31. Jan	11. Aug	47,3
2010	47,1	49,2	46,1	32,7	12. Aug	47,9
2011	49,1	49,2	45,1	34,6	13. Aug	49,0
2012	49,9	50,5	48,1	36,7	15. Jul	50,9
2013	50,4	51,1	47,9	37,2	17. Mrz	50,1
2014	50,9	52,2	46,3	38,5	19. Mai	51
2015	51,3	53,5	47	39,6	23. Aug	50,7
2016	51,5	54,3	48,3	39,3	23. Mai	49,3
2017	51,8	53,6	47,6	34,8	24. Mrz	45,9

Quelle: Berechnet nach Niedermayer 2013, 2016.

Stimmenverteilung der Bundestagswahlen 1949–2017 (absolut)

	Nicht-WB	Ausländer	Nichtwähler	Ungültige	Sonstige	Parteilose	AFD	Linke/PDS	B90/Grüne	GB/BHE
1949	19.750.505		6.712.006	763.216	264.842	1.141.647				
1953	19.332.866		4.641.390	928.278	1.803.026					1.616.953
1957	18.663.442		4.328.029	1.167.466	2.087.041					
1961	19.148.433		4.591.041	1.298.723	1.796.458					
1965	20.786.196		5.094.188	795.765	1.186.449					
1969	22.517.356		5.154.171	557.040	1.801.699					
1972	16.809.076	3.554.000	3.684.713	301.839	348.579					
1976	15.531.981	3.852.000	3.892.262	343.253	33.595					
1980	13.860.204	4.566.000	4.939.645	353.115	749.646					
1983	12.643.734	4.574.000	4.809.407	338.841	201.962				2.167.431	
1987	11.624.097	4.286.000	7.102.688	357.975	512.817				3.126.256	
1990	13.734.667	5.582.000	13.440.645	540.143	4.306.136			1.129.578		
1994	13.968.594	7.118.000	12.714.010	632.825	1.698.766			2.066.176	3.424.315	
1998	13.966.260	7.308.000	10.815.664	638.575	2.899.822			2.515.454	3.301.624	
2002	13.755.812	7.348.000	12.850.107	586.281	1.459.299			1.916.702	4.110.355	
2005	13.278.284	7.289.000	13.826.607	756.146	1.857.610			4.118.194	3.838.326	
2009	12.502.768	7.131.000	18.162.914	634.358	2.606.902			5.155.933	4.643.272	
2013	11.286.100	7.633.000	17.636.975	583.069	6.859.421			3.755.699	3.694.057	
2017	11.687.500	9.416.000	14.712.211	460.860	2.325.533		5.878.115	4.297.270	4.158.400	

	SSW	DKP/DRP	WAV	Zentrum	DP	BP	KPD	FDP	SPD	CDU/CSU
1949	75.388	429.931	681.888	727.505	939.934	986.478	1.361.706	2.829.920	6.934.975	7.359.084
1953				217.078	896.128			2.629.163	7.944.943	12.443.981
1957					1.007.282			2.307.135	9.495.571	15.008.399
1961								4.028.766	11.427.355	14.298.399
1965								3.096.739	12.813.186	15.524.068
1969								1.903.422	14.065.716	15.195.187
1972								3.129.982	17.175.169	16.806.020
1976								2.995.085	16.099.019	18.394.801
1980								4.030.999	16.260.677	16.897.659
1983								2.706.942	14.865.807	18.998.545
1987								3.440.911	14.025.763	16.761.572
1990								5.123.233	15.545.366	20.358.096
1994								3.258.407	17.140.354	19.517.156
1998								3.080.955	20.181.269	17.329.388
2002								3.538.815	18.488.668	18.482.641
2005								4.648.114	16.194.665	16.631.049
2009								6.316.080	9.990.488	14.658.515
2013									11.252.215	18.165.446
2017								4.999.449	9.593.381	15.317.344

Quelle: Bundeswahlleiter

MITTEILUNGEN

Veröffentlichungen

Im Berichtsjahr wurde veröffentlicht:

Jahrbuch 2017 der BWG mit 346 Seiten

Geschäftliche Mitteilungen

Am 31.12.2018 gehörten der BWG 152 ordentliche Mitglieder an, davon 78 unter 70 Jahren, sowie 60 korrespondierende Mitglieder. Die Zahl der Mitglieder unter 70 Jahren betrug in der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften 28, in der Klasse für Ingenieurwissenschaften 36 und in der Klasse für Geisteswissenschaften 14. Von den ordentlichen Mitgliedern zählten zum Bereich Braunschweig 90, zum Bereich Clausthal 15, zum Bereich Göttingen 7, zum Bereich Hannover 37, zum Bereich Hildesheim 1 und zum Bereich Osnabrück 2.

Das Plenum trat am 14.12.2018 zu seiner jährlichen Hauptsitzung zusammen, nahm die Jahresberichte des Präsidenten und der Vizepräsidenten entgegen und beschloss den Haushalt 2019. In den Wahlsitzungen am 13.04.2018 und am 14.12.2018 wurden die auf den Seiten 337 ff. vorgestellten Mitglieder zugewählt.

Das am 01.06.2018 tagende Konzil wählte den Gauß-Preisträger 2019 und legte die Feierliche Jahresversammlung auf den 10.05.2019 fest.

PERSONALIA

Todesfälle

- 10.06.2018 Kind, Dieter, Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h., Prof. für Hochspannungstechnik und Metrologie, TU Braunschweig und Direktor i. R. der PTB Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1976.
- 16.07.2018 Menn, Christian, Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h., Prof. em. für Konstruktiven Ingenieurbau, ETH Zürich. Korrespondierendes Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 2000. Träger der Carl Friedrich Gauß-Medaille 1998.
- 30.07.2018 Behr, Hans-Joachim, Dr. phil. Dr. h. c., Prof. für Germanistik, Ältere deutsche Sprache und Literatur, TU Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 1997. Vorsitzender der Klasse von 2001–2010.
- 16.08.2018 Rostásy, Ferdinand Stefan, Dr.-Ing.habil. Dr.-Ing. E. h., Prof. em. für Baustoffkunde und Stahlbetonbau, TU Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1983.
- 19.08.2018 Schönfelder, Helmut, Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h., Prof. em. für Nachrichtentechnik, TU Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1981.
- 21.08.2018 Schwedes, Jörg, Dr.-Ing., Prof. em. für Verfahrenstechnik, TU Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 2000.
- 16.11.2018 Leonhard, Werner, Dr.-Ing. Dr. h. c., Prof. em. für Regelungstechnik, TU Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1978. Präsident der BWG 1993–1995.
- 19.12.2018 Stein, Erwin, Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. mult., Prof. em. für Baumechanik, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1978. Vorsitzender der Klasse 2001–2005.

Nachrufe

DIETER KIND

*5. Oktober 1929 † 10. Juni 2018

Dieter Kind wurde am 5. Oktober 1929 im böhmischen Reichenberg, im damaligen Sudetenland und heutigen Tschechien, geboren. Von 1947 bis 1952 studierte er Elektrotechnik an der TU Berlin und der TH München. Nach seinem mit Auszeichnung bestandenen Diplom nahm er eine Assistentenstelle bei Prof. Hans Prinz am Institut für Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik der TH München an und promovierte 1957 mit einer Arbeit über den Stoßspannungsdurchschlag von atmosphärischer Luft, erneut mit Auszeichnung. Danach verließ er die Hochschule und ging in die Industrie zur Meßwandler-Bau GmbH im Bamberg, zunächst als Direktionsassistent und später als Handlungsbevollmächtigter. Hier beschäftigte er sich mit der Entwicklung von Strom- und Spannungswandlern sowie von Hochspannungsprüfanlagen.

1962 wurde Dieter Kind im Alter von nur 32 Jahren als Nachfolger von Prof. Erwin Marx zum Direktor des Instituts für Hochspannungstechnik und elektrische Anlagen der Technischen Hochschule Braunschweig berufen. Dieses Amt füllte er bis zu seinem Wechsel zur Physikalisch Technischen Bundesanstalt mit großem Engagement aus. Einen Ruf an die Technische Universität Berlin im Jahr 1967 lehnte er ab. Neben der Lehre, der er einen hohen Stellenwert beimaß, waren die elektrische Festigkeit von polymeren Isolierstoffen und gasimprägnierten Folienisolationen, die Hochspannungsversuchs- und Messtechnik, die Entwicklung von Einrichtungen für die plasmaphysikalische Forschung sowie die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung besondere Schwerpunkte seiner Forschungsarbeiten. Unter anderem schlug Dieter Kind ein neues System für einen Hochspannungs-Gleichstrom-Schalter vor. Zusammen mit Ingenieuren aus Hochschulen und Industrie entwickelte er einen Leistungsschalter, der hauptsächlich aus konventionellen Komponenten bestand, und bei dem die Energie in speziellen Nebenwegen absorbiert wurde. Besondere Verdienste hatte er auch bei der Einführung von schwingenden Schaltstoßspannungen zur Prüfung der elektrischen Festigkeit von gasisolierten Schaltanlagen und Übertragungsleitungen.

Dieter Kind brachte sich auch in die Hochschulselbstverwaltung und in die Hochschulpolitik ein. Von 1966 bis 1968 leitete er die Abteilung für Elektrotechnik der TH Braunschweig. Von 1969 bis 1971 war er Vorsitzender des Fakultätentages Elektrotechnik und von 1972 bis 1974 Dekan der Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik der TU Braunschweig.

1972 wurde Dieter Kind in das Kuratorium der PTB berufen. Seit 1973 war er Vorsitzender des Komitees 124 (Hochspannungsprüftechnik) der Deutschen Elektrotechnischen Kommission und Mitglied des Fachbeirats des Max-Planck-Instituts

für Plasmaphysik in Garching. Im Jahre 1974 wurde er in das Scientific Committee für JET (Joint European Torus) berufen.

Nach 13 Jahren an der TU Braunschweig, die Dieter Kind als „wunderbare und beruflich erfüllte Zeit“ empfand, erfolgte 1975 der Wechsel zur Physikalisch Technischen Bundesanstalt. Bei seiner Ernennung zu ihrem Präsidenten war Dieter Kind 46 Jahre alt und damit der jüngste Präsident und der erste Ingenieur dieser renommierten Anstalt. Er bekleidete das Amt des Präsidenten über 20 Jahre, die längste Amtszeit aller Präsidenten der PTB. In dieser Zeit gab es wesentliche Umbrüche in der PTB und viele wichtige Entscheidungen zu treffen.

Kurz nach Amtsantritt erhielt 1976 die PTB die Zuständigkeit für die Endlagerung und Sicherung radioaktiver Abfälle. Eine heikle Aufgabe, da das Thema Kernkraft natürlich in der Gesellschaft intensiv diskutiert wurde. Der verantwortungsvolle Umgang der PTB mit diesem Thema, insbesondere auch durch den Präsidenten Dieter Kind, hat große Anerkennung gefunden. 1989 wurde das Bundesamt für Strahlenschutz mit vielen Mitarbeitern der PTB gegründet und die Aufgaben übertragen.

Die gesamtdeutsche Wiedervereinigung nach dem Fall der Mauer stellte die PTB und Dieter Kind vor die Frage, wie eine gesamtdeutsche Metrologie-Infrastruktur aussehen könnte. Es ging um die Verbindung des Amtes für Standardisierung, Messwesen und Warenprüfung der DDR und der Westdeutschen PTB. Verantwortungsvoll mit der Zukunft der betroffenen Menschen umzugehen, war eine Herzensangelegenheit von Dieter Kind. Die PTB stellte als erste Bundesbehörde ein Konzept für die Eingliederung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eines Amtes der DDR vor. Im Oktober 1990 erfolgte die Wiedervereinigung der Metrologie-Institute mit den heutigen Standorten Braunschweig und Berlin-Charlottenburg.

Dieter Kind setzte sich auch für die Hochspannungsmesstechnik ein. In der Folge wurde eine neue Hochspannungshalle mit ausgezeichneten Messmöglichkeiten gebaut und eine Spitzenstellung in der Forschung erreicht.

Eine besondere Ehrung erfuhr Dieter Kind im Jahr 1995. Im Rahmen eines Festakts wurde ihm vom Bundespräsidenten Roman Herzog das große Verdienstkreuz des Verdienstordens der BRD am Ende seiner Amtszeit als Präsident der PTB verliehen.

Für die Steuerung der internationalen Metrologie spielte das Internationale Komitee für Maß und Gewicht als das entscheidende Gremium eine große Bedeutung für Dieter Kind. Das wichtige Amt des Präsidenten des CIPM bekleidete Dieter Kind 18 Jahre lang von 1978 bis 1996.

In diese Zeit fallen auch viele bedeutende Kooperationsvereinbarungen der PTB mit den Metrologie-Instituten in China, Brasilien und Südkorea, für die sich Dieter Kind einsetzte und dafür mit zahlreichen Ehrungen ausgezeichnet wurde.

Professor Kind war Mitglied in vielen wissenschaftlichen Akademien und Gesellschaften. Seit 1976 war er Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen

Gesellschaft. 1977 wurde er als Fellow of IEEE ausgezeichnet. 1988 erhielt Dieter Kind den VDE-Ehrenring und 1993 den Ehrendoktor der TU München.

Dieter Kind blieb dem Institut für Hochspannungstechnik der TU Braunschweig auch nach seinem Wechsel zur PTB Zeit seines Lebens eng verbunden. Dies auch in der Lehre, denn seit 1976 war er Honorarprofessor an der TU Braunschweig. Eine enge Beziehung zwischen PTB und TU war ihm wichtig und diese zu stärken hat er mit großem Engagement betrieben.

Dieter Kind war Zeit seines Lebens vielen Wissenschaftlern und Schülern ein vorbildlicher Lehrer, Freund und Förderer. Er verstarb am 10. Juni 2018 im Alter von 88 Jahren in Braunschweig.

Michael Kurrat

HANS-JOACHIM BEHR

*18. Januar 1949 †30. Juli 2018

Hans-Joachim Behr war gebürtiger Oberfranke, worüber er gerne sprach und was man seiner Sprache auch anhörte. Geboren in Hirschaid im Landkreis Bamberg, legte er sein Abitur in Forchheim/Ofr. ab und studierte zwischen 1968 und 1973 an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen/Nürnberg. Zunächst hatte er geplant, sich vor allem der Latinistik zuzuwenden, dann entschied er sich aber für ein breit angelegtes philologisches Studium mit den Fächern Germanistik, Indogermanistik, Klassische Philologie und Mittellatein. Anschließend war er in Erlangen auch als Assistent tätig.

Nach der Promotion bei Horst Brunner im Jahr 1977 mit einer Arbeit zur Rezeption volkssprachiger Texte in der lateinischen Epik des Hochmittelalters („Politische Realität und literarische Selbstdarstellung“) zog es Behr an die Westfälische Wilhelms-Universität nach Münster, wo er fast 15 Jahre lang als Wissenschaftlicher Assistent, Privatdozent und Professor auf Zeit geblieben ist. In Münster habilitierte er sich auch 1984 mit einer Studie zur Funktion der deutschsprachigen Dichtung am böhmischen Königshof im 13. Jahrhundert („Literatur als Machtlegitimation“) und erwarb die *Venia legendi* für „Deutsche Philologie mit dem Schwerpunkt: Deutsche Sprache und Literatur des Mittelalters“. 1992 wurde er zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Zwischendurch war er 1986/87 Gastdozent an der Universität Wien und nahm 1992/93 die Vertretung der Mediävistik-Professur an der Universität Bielefeld wahr.

1993 erfolgte der Ruf auf die Professur für Ältere deutsche Sprache und Literatur an der Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. Hier bot sich ihm ein weites Wirkungsfeld, es stellte sich aber auch eine Herausforderung, die darin bestand, von einem der ganz großen Zentren der Mediävistik in Deutschland an eine Technische Universität

zu wechseln und damit auch die Aufgabe zu übernehmen, sein Fach allein und in ganzer Breite zu vertreten. Behr war allerdings auch die richtige Person dafür, denn er verstand sich immer als Exponent einer kulturwissenschaftlichen Germanistik, bei der Sprach- und Literaturwissenschaft für ihn eine gleichwertige Bedeutung hatten.

Von der Breite und Vielfältigkeit seiner Forschungen in Erlangen, Münster und Braunschweig zeugt das Schriftenverzeichnis in der zu seinem 65. Geburtstag von Ingrid Bennewitz und Wiebke Ohlendorf herausgegebenen Festschrift „Von Heiligen, Rittern und Narren“. Behrs Beschäftigungen mit der mittelalterlichen deutschen Literatur reichen von der Heldendichtung über Epik, Minnesang und Spruchdichtung bis zur Historiographie, wobei er immer auch die lateinische Überlieferung und die europaweiten volkssprachigen Bezüge im Auge hatte. Auch mit den Überlieferungssträngen mittelalterlicher Texte beschäftigte er sich. Aus seiner Feder stammt die bis heute maßgebliche Übersicht über die verschiedenen Textfassungen des „Herzog Ernst“ und deren Überlieferung.

Sein Doktorvater Horst Brunner hatte ihm mit auf den Weg gegeben, sich an künftigen Wirkungsorten auch um die jeweilige Regionalliteratur zu kümmern. Diesem von ihm auch als „Auftrag“ verstandenen Rat kam Behr in Braunschweig intensiv und mit großer Begeisterung nach, was sich etwa in Arbeiten zur Löwensage, zur Literatur an den Höfen Heinrichs des Löwen und Ottos IV. oder zur volkssprachigen Literatur im Braunschweiger Land insgesamt niederschlug. Diese Begeisterung zeigt sich vor allem aber in seinen Arbeiten zu Till Eulenspiegel. Neben einzelnen Aufsätzen und Tagungsbänden zu unterschiedlichsten Themen in diesem Zusammenhang gab er über Jahre hinweg das Eulenspiegel-Jahrbuch mit heraus.

Diese Arbeiten brachten Behr auch in Kontakt mit dem Eulenspiegel-Museum in Schöppenstedt und gaben ihm damit Gelegenheit dazu, eine weitere Facette seines Wirkens auszuweiten, nämlich die Aufbereitung und Präsentation wissenschaftlicher Tätigkeiten für eine außerakademische Öffentlichkeit. Diese Vermittlerfunktion übernahm Behr auch als Mitglied im Kulturausschuß der Stadt Braunschweig und als Mitorganisator des Kongresses „TABU. Über den gesellschaftlichen Umgang mit Ekel und Scham“ von 2006, bei dem auch wieder Eulenspiegel mit im Fokus stand.

Behrs Wirken brachte ihm vor Ort und im Ausland bedeutende akademische Ehren ein: Seit 1997 war er Mitglied der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, deren Geisteswissenschaftlicher Klasse er von 2001 bis 2010 als Vorsitzender diente. Seit seiner Habilitationsschrift hatte er enge Kontakte zur tschechischen Mediävistik und organisierte vielfältige Exkursionen und Austausche, vor allem in Zusammenarbeit mit Vaclav Boc. Wegen seiner Verdienste um die Erforschung der deutsch-böhmischen Literaturbeziehungen im Hoch- und Spätmittelalter und um den bilateralen Austausch von Studierenden und Lehrenden wurde er im Jahr 2007 zum Ehrendoktor der Südböhmischen Universität Budweis (Tschechien) ernannt. Korrespondierendes Mitglied der Historischen Kommission der Böhmisches Länder war er bereits seit 1995.

In der akademischen Lehre ging es Behr immer auch um die Veranschaulichung des Mitgeteilten. Seinen Studierenden präsentierte er in seinen Vorlesungen große Mengen Dias von selbst gemachten Aufnahmen, aber auch Reproduktionen von Sachüberlieferung, und am Ende seiner langjährigen Lehrtätigkeit kochte er mit ihnen nach mittelalterlichen Rezepten.

Neben der Lehre übernahm Behr immer auch vielfältige Aufgaben in der universitären Selbstverwaltung in einem Ausmaß, das weit über das hinausging, was von jedem Wissenschaftler zu erwarten ist. Er war Dekan des alten Fachbereichs für Philosophie, Geistes- und Sozialwissenschaften, Prodekan der jetzigen Fakultät für Geistes- und Erziehungswissenschaften, und er war, um nur die wichtigsten Funktionen zu nennen, Mitglied der TU-Kommission für Bauangelegenheiten, Raumbeauftragter der Fakultät, Beauftragter für den Campus Nord, Berufungsbeauftragter, und schließlich hatte er über lange Jahre den aufreibenden Vorsitz der Prüfungsausschüsse der Fakultät inne.

Im Oktober 2014 trat Behr in den Ruhestand. Seine zunehmend schlechte Gesundheit verwehrte es ihm, noch größere Projekte zu Ende zu führen. Ein wichtiges Anliegen war es ihm, seine private Forschungsbibliothek dem Institut für Germanistik als Schenkung zur Verfügung zu stellen. Mit Hans-Joachim Behr verlieren die TU Braunschweig und die Germanistische Mediävistik in Deutschland einen Gelehrten, dem die Grundlagenforschung in seinem Fach ebenso am Herzen lag wie die Beteiligung an den großen Forschungsdebatten der vergangenen Jahrzehnte, der die lokale Überlieferung ebenso im Blick hatte wie die europaweite Vernetzung der Literaturen des Mittelalters.

Thomas Scharff

PETER BÜRGER

*6. Dezember 1936 †11. August 2017

I

Sehr geehrter Präsident, sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen. Ich habe die Aufgabe, an den Literaturwissenschaftler Peter Bürger zu erinnern – Träger der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille des Jahres 2006 und korrespondierendes Mitglied der BWG seit 2008. Dabei will ich an das erinnern, was lebendig ist an Peter Bürger – an seine Ideen; jedenfalls an einige der vielen, die er im Laufe seiner langen, mehr als ein halbes Jahrhundert umfassenden Autorschaft entwickelt hat.

Diese Erinnerung an Peter Bürger kommt spät, eigentlich zu spät, denn er starb bereits im August des vorletzten Jahres. Aber sie kommt – wie könnte es bei einem dialektischen, von Hegel, Marx und Adorno her kommenden Denker anders

sein – auch wieder *nicht* zu spät. Denn der gegenwärtige *turn* der Moderne- und Postmodernedebatte ins Politische hat Peter Bürgers Beschäftigung mit den europäischen Avantgarden eine ganz neue Aktualität beschert. Darauf möchte ich am Schluss meiner Würdigung zurückkommen

II

Peter Bürger wurde im Dezember 1936 in Hamburg geboren. Schon im künstlerisch-intellektuellen Klima seiner Familie findet sich jene für sein späteres Denken so spezifische Melange von Wissenschaft und Kunst. Vor dem Hamburger Feuersturm floh die Familie nach Sachsen, von wo aus sie 1947 in die Hansestadt zurückkehrte. 1953 legte Bürger hier das Abitur ab und nahm ein Studium der Germanistik, Romanistik und Philosophie auf, das er in München fortsetzte und dort vier Jahre später mit der Promotion abschloss.

In seiner Promotionsschrift beschäftigt er sich mit Heinrich Heines Essayistik und unternimmt in einem bemerkenswert unzeitgemäßen Interpretationsakt die *Ret-tung* des Intellektuellen Heine gegen die Verfechter des systematischen Denkens. Schon dieser frühe Peter Bürger hat ein starkes Interesse an interventionistischen Denk-Akten, an Formen der Intellektualität also, die sich gegen normative Anmaßungen – und das bedeutet für Heine, also im 19. Jahrhundert, vor allem: gegen die Anmaßungen der Geschichtsphilosophie – wenden und dagegen das Leben selbst und sein Gelingen ins Feld führen.

Zwei Jahre später habilitierte sich Peter Bürger nach einer Assistenz in Bonn an der Universität Erlangen für das Fach Romanistik. Seine Habilitationsschrift *Die frühen Komödien Pierre Corneilles und das französische Theater um 1630* wendet sich der unmittelbaren Vorzeit der französischen Klassik zu; allerdings mit einem ganz neuen Erkenntnisinteresse: Es geht Bürger in diesem Buch nämlich nicht um die formalen oder ideengeschichtlichen Weihen des Corneilleschen Theaters, sondern um dessen Wirkung auf ein ausgesprochen heterogenes Publikum im Vorfeld der Fronde-Aufstände. Bürger liest Corneille explizit politisch.

Zeitgleich zu seiner Habilitationsschrift über Corneille hat Peter Bürger dann sein anderes – ich bin versucht zu sagen: sein eigentliches – Thema gefunden: den Surrealismus und damit eine der großen europäischen Avantgardebewegungen. Im selben Jahr wie das Buch über Corneille erschien bei Suhrkamp *Der französische Surrealismus: Studien zum Problem der avantgardistischen Literatur*. In surrealistischer Terminologie könnte man das Jahr 1971 als Jahr des Durchbruchs – des *grand bouche* – von Peter Bürger deuten: Habilitation, Ruf auf den Bremer Lehrstuhl für Romanistik, den er bis zur Emeritierung innehatte (Peter Bürger war kein Freund des akademischen Verhandlungskabarets) und Vorstoß zum Lebensthema der Avantgardeforschung. Deren bis heute berühmtestes Ergebnis erschien 1974 –

ebenfalls bei Suhrkamp – unter dem zurückhaltenden und wenig marktkonformen Titel *Theorie der Avantgarde*.

Diese *Theorie der Avantgarde* ist das, wovon Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wohl alle träumen: Ein schlankes Buch, kaum 100 Seiten stark, mit einer unmittelbaren, intensiven, kontroversen, nachhaltigen und internationalen Wirkungsgeschichte. Zwischen 1974 und 2014 erschienen allein 14 Auflagen im Suhrkamp-Verlag, und im Jahr seines Todes 2017 gab Peter Bürger eine Neuauflage im Wallstein-Verlag heraus, die er mit drei weiteren Texten supplementierte. In ihnen geht es um das Schicksal der *Theorie der Avantgarde* nach dem Scheitern der 68er-Revolution – und um das Schicksal der Theorie der Moderne im Zeitalter der Postmoderne.¹

In den Jahren nach 1974 hat die *Theorie der Avantgarde* eine für den universitären Bereich fast beispiellose akademische Wirksamkeit entfaltet. Zur Zeit liegen 16 Übersetzungen vor, Tendenz wohl steigend. Und das, obwohl der Ausgangspunkt der Bürger'schen Überlegungen aus heutiger Sicht ziemlich historisch anmutet. Aber vielleicht auch nur auf den ersten Blick. Im Surrealismus-Buch lesen wir:

„Spätestens mit den Maiereignissen 1968 liegt die Aktualität des Surrealismus offen zutage. Nicht weil die Aussprüche von Surrealisten während dieser Zeit an den Mauern öffentlicher Gebäude standen, sondern weil hier Aspirationen, die der Surrealismus seit den 20er Jahren verkündet, massenhaft Ausdruck gefunden haben: Revolte gegen eine als Zwang empfundene Gesellschaftsordnung, Wille zur totalen Umgestaltung der zwischenmenschlichen Beziehungen und Streben nach einer Vereinigung von Kunst und Leben.“²

Die Faszination an der versuchten Überführung des Lebens in die Kunst oder an einer Beseitigung der Grenze zwischen Leben und Kunst ist markiert eine der Leitideen Peter Bürgers. Der besondere Status der Avantgarden erweist sich für ihn nämlich darin, dass diese mit dem radikalen Postulat „Du sollst Dein Leben ändern!“ auf je andere Weise radikal Ernst machten. Das aber ließ sich nicht beliebig wiederholen. Von daher ist die Zahl der *wirklichen* Avantgarden in der Bürger'schen Moderneerzählung begrenzt: Konkret gehören dazu: Futurismus, Dadaismus und Surrealismus. Alle anderen Bewegungen, die Anspruch auf den Status als Avantgarde erheben, stellen in der Bürger'schen Sicht Neo-Avantgarden dar – und deren Stellung zur Institution Kunst wie zum Leben ist immer prekär. Im Kern sieht Bürger diese Neo-Avantgarden als entweder reflexiv unterbelichtet und/oder als Agenten einer ästhetischen Überformung der Gegenwart, die ihrerseits affirmativen Charakter hat.

¹ Peter Bürger: *Theorie der Avantgarde*. Göttingen: Wallstein, 2017.

² Peter Bürger: *Der französische Surrealismus. Studien zur avantgardistischen Literatur*. Um neue Studien erweiterte Auflage. Frankfurt/M.: Suhrkamp, 1996, S. 12.

III

Der *Theorie der Avantgarde* folgten viele wichtige und einflussreiche Bücher. Ich nenne nur die Bände *Zur Kritik der idealistischen Ästhetik* von 1983, *Prosa der Moderne* von 1988, *Das Verschwinden des Subjekts. Eine Geschichte der Subjektivität von Montaigne bis Barthes* von 1998, *Ursprung des postmodernen Denkens* von 2000 und das 2014 – also vierzig Jahre nach der *Theorie der Avantgarde* – veröffentlichte Buch *Nach der Avantgarde*.

Der letztgenannte Titel deutet auf eine Besonderheit des Denkens von Peter Bürger. Auf die nicht-nachlassende Reflexion des eigenen historischen Standortes. Als einer der wenigen 68er, die den nachfolgenden Generationen nicht mit ihrer Selbstheroisierung auf die Nerven fielen, hat Peter Bürger das Altern der Revolutionen, der Avantgarden, des eigenen Standortes immer wieder bedacht. In der *Theorie der Avantgarde* lesen wir gleich zu Beginn: „Kritische Wissenschaft unterscheidet sich von traditioneller Wissenschaft dadurch, daß sie die gesellschaftliche Bedeutung ihres eigenen Tuns reflektiert.“³ Es ist diese Reflexion, die Bürgers wissenschaftliches Werk als gesamtes auszeichnet.

Für sie und das durch sie perspektivierte Wissen wurde er 2006 mit der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille der BWG ausgezeichnet. Es war eine der wenigen Auszeichnungen für Bürger, der sich mit seinen Arbeiten sowohl disziplinär wie ideologisch zwischen die Stühle gesetzt hat. Dass ihm gerade das, was ihn zu Lebzeiten fast zum *hidden champion* jenseits der Universität machte, heute besondere Aktualität garantiert, sei abschließend kurz ausgeführt: Es hängt eng zusammen mit den gegenwärtigen Debatten um die Postmoderne, die weniger ästhetische als vielmehr Wertedebatten sind. Der neuerdings gegenüber der Postmoderne immer wieder erhobene – und der erste der dies tat, war m.E. Jürgen Habermas – Vorwurf geht dahin, dass diese das Projekt der Moderne, das ein aufklärerisches Projekt gewesen sei, verraten habe.

IV

Bürger hat diese Kritik selbst sehr früh in einem Aufsatz im *Merkur* artikuliert. Das war 1986, und seitdem sind viele auf diesen Zug aufgesprungen. Denn gerade angesichts der Werteerosion in der politischen Debatte nach 2015 ist der Ruf nach *verbindlichen* Werten wieder laut geworden. Das Aufkündigen verbindlicher Werte (wie etwa der Autonomie des Einzelnen) und Wahrheiten im Zeitalter des Postfaktischen aber, die *alternative facts*, die allenthalben im politischen Diskurs auftauchen, diese Phänomene sind im Rahmen einer zugegeben auch trivialen Debatte in den letzten Jahren auf das Konto der Postmoderne gebucht worden.

3 Peter Bürger: *Theorie der Avantgarde*. Frankfurt am Main 1974, S. 8.

Peter Bürger hat aber – gewissenmaßen gegen den Trend – seine Interventionen stets historisch reflektiert. Er ist den *Ursprüngen* des postmodernen Denkens nachgegangen und hat vor allem immer wieder – und dies bis in seine letzten Texte des Jahres 2017 – versucht, das Gedachte nicht einfach zu verwerfen, sondern verwandelnd zu bewahren, zu verändern, anzupassen und weiterzuentwickeln. Denken war bei ihm Bewegung. Und dabei hat ihm sein genealogischer Zugang zur Moderne die nötige Autonomie verschafft, Phänomene nicht nur als gegeben, sondern eben auch als gemacht zu verstehen. So konnte sein Denken jung bleiben bis hinein in seine letzten Texte, deren Wirkungsgeschichte gerade deshalb noch lange nicht *Geschichte* geworden ist. –

Am achten August 2017 ist Peter Bürger im Alter von 80 Jahren verstorben. Ich bitte Sie nun, sich zu erheben und des Verstorbenen in Ehren zu gedenken.

Cord-Friedrich Berghahn

FERDINAND S. ROSTÁSY

* 4. Mai 1932 † 16. August 2018

Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Ferdinand Stefan Rostásy verstarb am 16. August 2018 im Alter von 86 Jahren nach schwerer Krankheit.

Ferdinand Rostásy wurde in Wien geboren und verbrachte dort die ersten Jahre seines Lebens, bevor er nach Judenburg in der Steiermark übersiedelte, wo er allein mit seiner Mutter aufwuchs. Über die dortigen entbehrungsreichen Jahre erzählte er manches Mal, über seine Schulwege per Ski, über das schwere Leben seiner Mutter. Das Studium des Bauingenieurwesens führte Ferdinand Rostásy nach dem Abitur an die Universität Stuttgart. Nach nur 8 Semestern schloss er es 1954 mit dem Diplom ab und wurde Assistent bei Friedrich Tölke, der das Otto-Graf-Institut von 1952 bis 1969 leitete. Bei Tölke, der der technischen Mechanik entstammte und sich seinerzeit intensiv mit der Statik von Talsperren befasste, erlernte Ferdinand Rostásy die stringente mechanische Problemdurchdringung, die er auch später und nicht immer zur Freude seiner Assistenten in Braunschweig diesen abverlangte. Nach nur drei Jahren, im Alter von nur 26 Jahren, folgte die Promotion über Eigenspannungen beim Austrocknen von Beton. Eine langanhaltende Leidenschaft war in ihm entstanden, einerseits zum Werkstoff Beton an sich, von dem ich ihn noch sagen höre, wie kompliziert und schrecklich der wäre und dass sich mit ihm niemand befassen würde, wenn er nicht so billig wäre. Und andererseits entstand seine Faszination für Fragen der Verformungen, der Zwangsspannungen und Risse in Betonbauteilen; sie waren das Kernthema seines wissenschaftlichen Schaffens und begleiteten ihn durch seine gesamte wissenschaftliche Arbeit.

Der Promotion folgten Stationen bei der Portland Cement Association in Chicago von 1959 bis 1961 und anschließend bis 1968 in der Bauindustrie im Fertigteilbau.

In jenen Jahren war auch bereits der Braunschweiger Raum einige Jahre seine Heimat, als er bei Munte Bau tätig war.

Die Wissenschaft ließ Ferdinand Rostásy nicht los und so ging er 1968 zurück an die Universität und übernahm die Leitung der Abteilung Stahl und Stahlbeton am Stuttgarter Otto-Graf-Institut. Es folgte die Habilitation in Stuttgart im Jahr 1975 über Zwang und Rissbildung in Leichtbetonwänden, ein in der zunehmenden Fertigteilbauweise der damaligen Zeit aktuelles Problem, das ihn während seiner Praxistätigkeit vor einige Probleme gestellt hatte, da die starke Erwärmung von Leichtbeton bei der Erhärtung eben auch thermische Spannungen bei der Abkühlung erzeugte, denen der zugschwache Werkstoff nicht gewachsen war.

In den frühen Arbeiten von Ferdinand Rostásy wurde sein wissenschaftlicher Arbeitsansatz deutlich, der kennzeichnend für seine gesamte Forschung wurde: nämlich die weitblickende Verknüpfung von Praxis und Forschung. Sein Ziel war stets, mittels des Verständnisses der grundlegenden Zusammenhänge praktikable Lösungen und Ingenieurmodelle für die Baupraxis zu schaffen.

1976 kam Ferdinand Rostásy an die TU Braunschweig. Er folgte auf dem Lehrstuhl Gallus Rehm, der nach Stuttgart gewechselt war. Bis zu seiner Emeritierung 1997 war er Leiter des Fachgebietes Baustoffkunde und Stahlbetonbau am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB) der Technischen Universität Braunschweig und Direktor der Materialprüfanstalt für das Bauwesen.

Das wissenschaftliche Werk von Ferdinand Rostásy entwickelte sich in Braunschweig zu beeindruckender thematischer Breite. Seinen frühen Arbeiten zu Zwang, Eigenspannungen und Rissbildung in Betonbauteilen blieb er weiterhin verbunden. Mit seiner Arbeitsgruppe schuf er international hoch anerkannte Ingenieurmodelle zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens jungen Betons und zur Beherrschung des frühen thermischen Zwangs in Betonbauteilen. Eine ganze Reihe von Dissertationen und wegweisenden Schriften entstand zu diesem Thema, noch weit über seine Emeritierung hinaus.

Als einer der ersten wandte er sich in den achtziger Jahren den aufkommenden nichtmetallischen Faserverbundwerkstoffen zu. Er entwickelte bis heute anerkannte Lösungen zur Verankerung und zum Zeitstandverhalten und war Pionier der Verstärkung von Betonbauwerken mit geklebter Bewehrung aus Kohlefaserlamellen. Ein weiterer Schwerpunkt war das Verhalten von Beton bei extremen Temperaturen, u.a. für den Brandfall, von ihm untersucht im Rahmen des von Karl Kordina geleiteten Braunschweiger DFG Sonderforschungsbereichs 148 „Brandverhalten von Bauteilen“. Baustoffe und Bauwerke bei sehr niedrigen Temperaturen bis -170°C erforschte er für den Bau von Behältern zur Lagerung verflüssigter Erdgase und wurde auch auf diesem Gebiet zu einem international gesuchten Experten. Fast schon ein Hobby war Ferdinand Rostásy die mit der Wende zunehmende

Aufgabe, stark geschädigte historische Mauerwerkskonstruktionen zu sanieren und zu verstärken.

Eines seiner wichtigsten Arbeitsgebiete seit er an die TU Braunschweig kam, war die systematische Erforschung der Mechanismen der Betondauerhaftigkeit. Dieser Schwerpunkt entstand aus der seinerzeitigen Problematik früher Korrosionsschäden an Stahlbetonbauwerken in den Jahren des Nachkriegsbaubooms infolge zu geringer Betondeckung und zu schlechter Betonqualität. Rostásy wandte sich grundlegend und systematisch den Zusammenhängen zwischen der Porenstruktur des Zementsteins, den Transportprozessen im Porenraum und dem daraus bereitgestellten Betonwiderstand gegen das Eindringen von schädigenden Gasen und Flüssigkeiten sowie den Schädigungsprozessen selbst zu. Die physikalischen und chemischen Prozesse auf den jeweiligen Größen- und Wirkungsskalen experimentell zu untersuchen und zu verstehen, in begründeten Werkstoffmodellen zu beschreiben, und schließlich in Handlungsanweisungen und Rechenmodelle für die Praxis zu überführen, war sein Forschungsansatz. Das war seinerzeit ganz neuartig und ist heute immer noch aktuelle Forschungsmethodik, wie z.B. im derzeitigen DFG Graduiertenkolleg unserer Fakultät „Modelle für die Beschreibung der Zustandsänderung bei der Alterung von Baustoffen und Tragwerken“.

Über dreihundert Veröffentlichungen, zahllose Vorträge und über 30 in seiner Arbeitsgruppe entstandene Dissertationen legen Zeugnis ab über sein enormes wissenschaftliches Werk. In Anerkennung seiner Leistungen erhielt er die Ehrendoktorwürde der Universität Stuttgart und mehrere internationale Preise.

Die Erinnerung an Ferdinand Rostásy wäre unvollkommen ohne eine Würdigung seiner besonderen Persönlichkeit. Ich hatte das große Glück, 1977 als Student in seine neu aufgebaute Arbeitsgruppe zu kommen. Ferdinand Rostásy war uns ein begeisterter Lehrer, ein strenger und beispielgebender Chef, unser großes wissenschaftliches Vorbild und ein großartiger, verständnisvoller und nahbarer Doktorvater im besten Sinne dieses Begriffs. Seinem ungezwungenen, lockeren Auftritt, dem gemeinsamen Fußballspiel und Skilauf, seinem verschmitzten, oft weisen Humor auf der einen Seite standen die Ernsthaftigkeit und der enorme Fleiß in der Arbeit auf der anderen Seite gegenüber. Er verstand beides glaubhaft zu verbinden: die jedem, ob Student, Mitarbeiter oder Kollege, entgegengebrachte menschliche Wärme und Sympathie mit der harten wissenschaftlichen Arbeit. „Eine Doktorarbeit besteht zu 10% aus Inspiration und zu 90% aus Transpiration“; so machte er seinen Doktoranden Mut.

Mit Ferdinand Rostásy verlieren wir einen vorbildlichen Lehrer, ideenreichen und weitsichtigen, international hoch anerkannten Wissenschaftler und Kollegen. Seine Erfahrung und Offenheit, sein kluger Rat, sein Verständnis, seine menschliche Wärme und sein Humor fehlen und bleiben unvergessen.

Harald Budelmann

HELMUT SCHÖNFELDER

* 3. April 1926 † 19. August 2018

Im gesegneten Alter von 92 Jahren verstarb am 19. August 2018 der vielleicht letzte wirkliche Pionier der (PAL-) Farbfernsehtechnik, der Träger der Richard-Theile-Goldmedaille der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft (FKTG) und das Ehrenmitglied der FKTG, Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Helmut Schönfelder. Er wurde am 27. August in seinem Wohnort Bad Harzburg im Beisein zahlreicher Familienangehöriger, Freunde und ehemaliger Doktoranden und Mitarbeiter/innen seines Instituts für Nachrichtentechnik (IfN) der Technischen Universität Braunschweig beigesetzt.

Helmut Schönfelder studierte von 1946 bis 1952 an der TH Darmstadt Elektrotechnik. Er wurde dort 1958 am Institut für Fernmelde- und Hochfrequenztechnik zum Dr.-Ing. promoviert. Von 1955 bis 1969 war er Entwicklungsingenieur und Laborleiter bei der Fernseh GmbH in Darmstadt. 1956 würdigte die damalige Fernsehtechnische Gesellschaft (FTG) Schönfelder mit der Verleihung des überhaupt ersten Nachwuchs-Forscher-Preises, des Rudolf-Urtel-Preises.

Mit Beginn der Tätigkeit in Braunschweig begann für Prof. Schönfelder der zweifellos bedeutendste Teil seiner wissenschaftlichen Laufbahn. Durch die Fähigkeit, eine Gruppe junger Mitarbeiter zu motivieren und ihnen seine eigene Begeisterung an dem Gebiet Fernsehtechnik nicht nur zu vermitteln, sondern sie damit geradezu zu infizieren, umgab er sich mit einem schlagfertigen Team, das als Katalysator für seine Ideen und Pläne fungierte. Prof. Schönfelder ist in etwa 30 Fällen „Doktorvater“. Dabei spannte sich der Bogen der Forschungsthemen über das gesamte Feld der Fernsehtechnik. Ein neuartiges Farbcodierverfahren, genannt „Timeplex“, wurde unter seiner Leitung am IfN entwickelt. Timeplex eignete sich hervorragend zur Übertragung von Farbsignalen über Telefonleitungen und Satellitenverbindungen sowie für die magnetische Speicherung auf Miniatur-Videorecordern. Man kann Timeplex sicher als den Vorgänger des MAC-Verfahrens (Multiplexed Analogue Components) bezeichnen. Im IfN wurde über viele Jahre auf dem Gebiet der Fernsehkameratechnik gearbeitet. Die ersten CCD-Kameras entstanden bereits 1977. Die Bildmischung, insbesondere Chromakey, waren Forschungsgegenstand ebenso wie die Technik der Endgeräte. Flimmerfreie Fernsehbilder konnte man in Braunschweig schon lange vor dem Erscheinen von 100 Hz-Fernsehern in den Geschäften bewundern. Unter Schönfelders Leitung wurde über viele Jahre HDTV als wichtiges Forschungsthema bearbeitet.

Prof. Schönfelder hat die Ergebnisse seiner Forschung in 84 Fachartikeln und 9 Büchern publiziert. Sein letztes Buch mit dem Titel „Fernsehtechnik im Wandel“ erschien 1996 – kurz nach seinem siebzigsten Geburtstag. In Würdigung seiner Errungenschaft für die Fernsehtechnik wurde Prof. Schönfelder 1988 das Verdienst-

kreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland verliehen. 1998 ernannte ihn die Universität Wuppertal zum Ehrendoktor. Nicht nur in Deutschland, sondern auch im Ausland wurden seine wissenschaftlichen Leistungen erkannt und gewürdigt. Die Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) ernannte Prof. Schönfelder 1990 zum Fellow und 2004 zum Life Fellow.

Prof. Schönfelder hinterlässt seine langjährige Lebensgefährtin, Frau Christa Bartz, zwei Söhne und zwei Enkelkinder.

Ulrich Reimers

JÖRG SCHWEDES

* 26. Februar 1932 † 21. August 2018

Wir trauern um Prof. Dr.-Ing. Jörg Schwedes, der uns am 21. August 2018 im Alter von 80 Jahren verlassen hat. Mit ihm haben wir einen herausragenden Wissenschaftler und Pionier auf vielen Gebieten der mechanischen Verfahrenstechnik, einen Wegbereiter für internationale Zusammenarbeiten, einen ausgezeichneten Hochschullehrer, einen Mentor der Schüttguttechnik-Community, einen exzellenten Lehrer und für viele einen sehr guten Freund verloren. Unsere Gedanken sind bei den Hinterbliebenen, insbesondere seiner Familie und engen Freunden.

Jörg Schwedes studierte Verfahrenstechnik, promovierte an der Technischen Hochschule Karlsruhe (heute KIT) bei Professor Hans Rumpf und war einer der ersten Rumpf-Schüler in dem Gebiet der Mechanischen Verfahrenstechnik. Er war der erste Forscher in Deutschland, der sich wissenschaftlich mit den Fließeigenschaften von Schüttgütern beschäftigt hat, wobei er ein Jenike-Schergerät sowie ein selbst entwickeltes „Einfach-Schergerät“ eingesetzt hat. Sehr bekannt wurde Jörg Schwedes in Deutschland durch sein noch während der Promotion geschriebenes Buch über die Fließeigenschaften von Schüttgütern und über das Vorgehen zur Auslegung von Silos zur Vermeidung von Fließproblemen auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse. Nach seiner Promotion im Jahr 1971 arbeitete er einige Jahre bei der Bayer AG im Bereich der Forschung und Entwicklung und transferierte das Wissen zur verfahrenstechnischen Siloauslegung in die chemische Industrie, bevor er 1976 als Professor für Mechanische Verfahrenstechnik an die TU Braunschweig wechselte.

Fast 30 Jahre lang leitete Jörg Schwedes das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und setzte dabei seine Forschung im Bereich der Schüttguttechnik, insbesondere der Messung der Fließeigenschaften, mit neuartigen Schergeräten wie der Zweiaxialbox und der Auslegung von Silos fort. Zudem baute er das Forschungsgebiet der Zerkleinerung auf und aus, insbesondere auch der nassen Feinstzerkleinerung mit Rührwerkskugelmöhlen. Neben seinen wissenschaftlichen Arbeiten lag ihm die praxisorientierte Anwendung immer sehr am Herzen. Die

industrielle Beratungstätigkeit führte dann auch zur Gründung des Ingenieurbüros Schwedes + Schulze Schüttguttechnik, das heute das führende Ingenieurbüro auf dem Gebiet der Schüttguttechnik in Europa ist. Zudem führte er jährlich einen Hochschulkurs zur Siloauslegung für Industriemitarbeiter durch.

Jörg Schwedes war aber nicht nur sehr aktiv in der Forschung, sondern ihm lagen auch die Lehre, wofür er mehrfach ausgezeichnet wurde, und die universitäre Selbstverwaltung sehr am Herzen. Unter anderem war er von 1982 bis 1984 Vize-Präsident der Universität und von 1989 bis 1991 Dekan der Fakultät Maschinenbau. Ein sehr wichtiger Beitrag für die Universität war sein großes Engagement für den Aufbau eines europäischen Studierenden-Austauschprogramms mit der Kurzbezeichnung „ECTS“ (European Credit Transfer System), bei dem die gegenseitige Anerkennung von Studienleistungen erarbeitet und etabliert wurde. Diese Pionierarbeit mit ausgesuchten Universitäten in Europa war die Grundlage für das heutige Erasmus-Austauschprogramm, an dem nahezu alle europäischen Universitäten teilnehmen.

Außerhalb der Universität hinterließ Jörg Schwedes einen nachhaltigen Eindruck in der deutschen, europäischen und internationalen Wissenschafts-Community. Unter anderem leitete er lange Jahre den deutschen Fachausschuss „Agglomerations- und Schüttguttechnik“ und war ein zentrales Mitglied der gleichnamigen europäischen Arbeitsgruppe. In diesem Kontext hat er sich vor und nach der Wiedervereinigung sehr für einen Austausch mit den ostdeutschen und osteuropäischen Fachkollegen engagiert. Wichtige wissenschaftliche Erfolge waren auch die Einrichtung des DFG-Schwerpunktprogramms zur Erzeugung, Klassierung, Abscheidung und dem Messen von feinsten Partikeln, welches die deutschen Arbeitsgruppen der Mechanischen Verfahrenstechnik deutlich näher zusammengebracht hat. An der TU Braunschweig leitete er zudem eine Forschergruppe im Bereich disperser Systeme in biotechnologischen Prozessen. Diese starke Verbindung von Biotechnologie und Verfahrenstechnik ist weiterhin an der TU Braunschweig sehr aktiv.

Während seiner wissenschaftlichen Karriere veröffentlichte er mehr als 500 Artikel und war eingeladener Redner auf zahlreichen Konferenzen. Er betreute 47 Doktoren und unzählige Diplomstudierende, die heute in führenden Positionen der Industrie und Wissenschaft tätig sind. Er hat einen sehr hohen Grad an Autorität und Respekt durch seine offene Art in Verbindung mit seiner herausragenden Kompetenz bei seinen Schülern erlangt.

Die wissenschaftliche und industrielle Gemeinschaft der Mechanischen Verfahrenstechnik verliert mit Jörg Schwedes einen exzellenten und leidenschaftlichen Wissenschaftler und Experten im Bereich der Schüttguttechnik, der Siloauslegung und der Zerkleinerung und einen großartigen Menschen. Wir vermissen ihn und seinen analytischen Verstand sehr, und nicht nur deswegen wird er unvergesslich als Vorbild, Freund und charismatischer Begleiter unseres persönlichen und fachlichen Weges in unseren Herzen und unseren Gedanken bleiben.

Arno Kwade

Zuwahlen

Zu ordentlichen Mitgliedern wurden am 13.04.2018 gewählt:

in die Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

Kirschning, Andreas, Prof. Dr. rer. nat.

Institut für Organische Chemie, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Tamm, Matthias, Prof. Dr. rer. nat. Dr. h. c.

Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Technische Universität Braunschweig

in die Klasse für Ingenieurwissenschaften

Hartmann, Stefan, Prof. Dr.-Ing. habil.

Leiter des Instituts für Festkörpermechanik, Technische Universität Clausthal

Kwade, Arno, Prof. Dr.-Ing.

Leiter des Instituts für Partikeltechnik, Technische Universität Braunschweig

in die Klasse für Geisteswissenschaften

Burschel, Peter, Prof. Dr. phil.

Direktor der Herzog August-Bibliothek Wolfenbüttel, Professor für Kulturgeschichte des Mittelalters und der Frühen Neuzeit, Georg August-Universität Göttingen

Zum ordentlichen Mitglied wurde am 14.12.2018 gewählt:

in die Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

Escher, Joachim, Prof. Dr. phil.

Institut für Angewandte Mathematik, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Inhaber der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 1949–2018

- 1949 *Walter Reppe* †, Dr. phil., Dr. phil. nat. h. c., Dr.-Ing. E.h., Honorarprofessor der Universität Mainz und der Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1950 *Arvid Hedvall* †, fil. dr., Dr. phil. h. c., Dr.-Eng. h. c., Dr. Techn. h. c., em. o. Professor für Silikatchemie der Technischen Hochschule Göteborg/Schweden.
- 1951 *Wilhelm Nusselt* †, Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Theoretische Maschinenlehre an der Technischen Hochschule München.
- 1952 *Erwin W. Müller* †, Dr.-Ing. habil., Dr. rer. nat. h. c., Dr. h. c., Evan-Pugh Res., Professor an der Pennsylvania State University, University Park, Penn./USA.
- 1953 *Gustav Wolf* †, Dr.-Ing. E. h., Professor in Münster.
- 1954 *Max Strutt* †, Dr. techn., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Höhere Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich/Schweiz.
- 1955 *Fritz Arndt* †, Dr. phil., Dr. rer. nat. h. c., Dr. h. c., em. o. Professor für Organische Chemie an der Universität Breslau, Honorarprofessor an der Universität Hamburg.
- 1955 *Pascual Jordan* †, Dr. phil., em. o. Professor für Theoretische Physik an der Universität Hamburg.
- 1956 *Ulrich Finsterwalder* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., München.
- 1957 *Georg Sachs* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Metallurgie an der Syracuse University, Syracuse, N.Y./USA.
- 1958 *Werner Schmeidler* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Mathematik an der Technischen Universität Berlin.
- 1959 *Hans Brockmann* †, Dr. sc. nat. habil., Dr. rer. nat. h. c., em. o. Professor für Organische Chemie an der Universität Göttingen.
- 1960 *Theodor von Karman* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. nat. h. c. mult., LL. D., Professor am California Institute of Technology, Pasadena, Calif./USA.
- 1961 *Kurt Paul Klöppel* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Statik und Stahlbau an der Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1962 *Walter Schottky* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. nat. h. c., Dr. techn. h. c., em. o. Professor für Theoretische Physik an der Universität Erlangen.

- 1963 *Gottfried Köthe* †, Dr. phil., Dr. h. c., Dr. rer. nat. h. c. mult., em. o. Professor für Angewandte Mathematik an der Universität Heidelberg.
- 1964 *Carl Wagner* †, Dr. phil., Dr. rer. nat. h. c., Dr.-Ing. E. h., Professor und vormals Direktor des Max-Planck-Instituts für Physikalische Chemie in Göttingen.
- 1965 *Albert Betz* †, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Dr. sc. techn. h. c., Professor und vormals Direktor der Aerodynamischen Versuchsanstalt und des Max-Planck-Instituts für Strömungsforschung in Göttingen.
- 1966 *Wilhelm Becker* †, Dr. phil., Dr. h. c., em. o. Professor und Direktor der Astronomisch-Meteorologischen Anstalt der Universität Basel/Schweiz.
- 1967 *Henry Görtler* †, Dr. phil. habil., LL. D. h. c., em. o. Professor für Mathematik und vormals Direktor des Instituts für Angewandte Mathematik der Universität Freiburg i. Br.
- 1968 *Egon Orowan* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Mechanical Engineering am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass./USA.
- 1969 *E. Arne Bjerhammar* †, tekn. dr., Professor für Geodäsie an der Kungl. Tekniska Högskolan in Stockholm/Schweden.
- 1970 *Elie Carafoli* †, Dr. rer. nat., Professor für Aero-Gas-Dynamik am Polytechnischen Institut Bukarest und vormals Direktor des Institut de Mécanique des Fluides "Traian Vuia" in Bukarest/Rumänien.
- 1971 *Walter Dieminger* †, Dr. rer. techn., apl. Professor für Geophysik an der Universität Göttingen und vormals Direktor des Max-Planck-Instituts für Aeronomie in Lindau/Harz.
- 1972 *Hubert Rüschi* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Massivbau an der Technischen Hochschule München und vormals Direktor des Amtlichen Materialprüfungsamtes für das Bauwesen.
- 1973 *Viktor Gutmann* †, Dr. techn., Ph.D., ScD, Dr. rer. nat. h. c., Dr. Sc. h. c., em. o. Professor für Anorganische Chemie an der Technischen Universität Wien/Österreich.
- 1974 *Friedrich Tamms* †, Dr. h. c., Professor, Beigeordneter der Stadt Düsseldorf (Stadtbaurat i.R.), Freischaffender Planer.
- 1975 *Sir Michael James Lighthill* †, FRS, FRAeS, Hon. D. Sc. mult., Professor für Mathematik an der University of Cambridge/Großbritannien.
- 1977 *Walter Maurice Elsasser* †, Dr. phil., o. Professor für Geophysik an der Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland/USA.

- 1977 *Helmut Moritz*, Dr. techn., Dr.-Ing. E. h., o. Professor für Geodäsie an der Technischen Universität Graz/Österreich.
- 1977 *László Fejes Tóth* †, Dr., Professor und Direktor des Mathematischen Forschungsinstituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest/Ungarn.
- 1978 *Ulrich Grigull* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., em. o. Professor für Thermodynamik an der Technischen Universität München.
- 1979 *Wolf Freiherr von Engelhardt* †, Dr. phil., em. o. Professor für Mineralogie und Petrographie an der Universität Tübingen.
- 1980 *Hans Kuhn* †, Dr. phil., Dr. rer. nat. h. c., Professor und vormals Direktor am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen.
- 1981 *Martin Kneser* †, Dr. rer. nat., o. Professor für Mathematik an der Universität Göttingen.
- 1982 *Walter Burkert* †, Dr. phil., o. Professor für Klassische Philologie an der Universität Zürich/Schweiz.
- 1983 *Leopold Müller* †, Dr. techn., Dr. mont. h. c., Honorarprofessor für Felsmechanik an der Universität Salzburg/Österreich.
- 1984 *Heinz Beneking* †, Dr. rer. nat., o. Professor und Direktor des Instituts für Halbleitertechnik an der RWTH, Aachen.
- 1985 *Gerhard Ertl*, Dr. rer. nat., Dr. h. c. mult., Professor und Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin.
- 1986 *Arno Borst* †, Dr. phil., o. Professor für Mittelalterliche Geschichte an der Universität Konstanz.
- 1987 *Olgierd Cecil Zienkiewicz* †, FRS, Ph.D., D.Sc., Hon. D.Sc. mult., Professor of Civil Engineering an der University of Wales/Swansea/Großbritannien.
- 1988 *Heinz Brauer* †, Dr.-Ing., Professor für Chemische Ingenieurtechnik an der Technischen Universität Berlin.
- 1989 *Herbert Walther* †, Dr. rer. nat., Professor für Experimentalphysik an der Universität München und Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik in Garching.
- 1990 *Raymond Klibansky* †, Dr. phil., Dr. phil. h. c., Professor der Philosophie (Logik und Metaphysik) an der McGill University in Montreal/Kanada und Fellow des Wolfson College Oxford.
- 1991 *Wilfried B. Krätzig* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., Professor für Ingenieurmechanik an der Ruhr-Universität Bochum.

- 1992 *Ernst-Dieter Gilles*, Dr.-Ing., Professor für Meß- und Regelungstechnik an der Universität Stuttgart.
- 1993 *Hans-Heinrich Voigt* †, Dr. rer. nat., em. o. Professor für Astronomie und Astrophysik an der Universität Göttingen.
- 1994 *Josef Fleckenstein* †, Dr. phil., em. o. Professor für Mittelalterliche Geschichte, zuvor Direktor des Max-Planck-Instituts für Geschichte in Göttingen.
- 1995 *David G. Crighton* †, FRS, Head of Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, University of Cambridge/Großbritannien.
- 1996 *Gerhard Frey*, Dr. rer. nat., Dr. h. c. mult., Professor für Mathematik an der Universität Essen.
- 1997 *Arnold Esch*, Dr. phil., Professor für Mittelalterliche Geschichte, Direktor des Deutschen Historischen Instituts in Rom/Italien.
- 1998 *Christian Menn* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., em. Professor für Konstruktiven Ingenieurbau an der ETH Zürich/Schweiz.
- 1999 *Christian Wandrey*, Dr. rer. nat., Professor für Biotechnologie, Universität Bonn, Direktor des Instituts für Biotechnologie des Forschungszentrums Jülich.
- 2000 *Klaus J. Hopt*, Dr. jur., Dr. phil., Dr. iur. h. c. mult., Professor für ausländisches und internationales Privatrecht, Universität Hamburg, Direktor des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg.
- 2001 *Robert Piloty* †, Dr.-Ing., Professor em. für Datentechnik an der Technischen Universität Darmstadt.
- 2002 *Wolfgang Krätschmer*, Dr. rer. nat., Professor für Kern- und Astrophysik am Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg.
- 2003 *Niklot Klüßendorf*, Dr. phil., apl. Professor für Numismatik und Geldgeschichte an der Philipps Universität, Marburg.
- 2004 *Joachim Milberg*, Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Dr.-Ing. E. h. mult., Professor für Maschinenbau und Produktionswissenschaften, München.
- 2005 *Klaus von Klitzing*, Dr. rer. nat. Dr. h. c. mult., Professor für Festkörperphysik, Direktor am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, Honorarprofessor an der Universität Stuttgart.
- 2006 *Peter Bürger* †, Dr. phil. habil., Professor em. für Literaturwissenschaft (Französisch) und Ästhetische Theorie an der Universität Bremen.

- 2007 *Herbert A. Mang*, Dipl.-Ing. Dr. techn. Ph.D. Dr. h. c. mult., Ordentlicher Universitäts-Professor für Elastizitäts- und Festigkeitslehre an der Technischen Universität Wien/Österreich
- 2008 *Rudolf K. Thauer*, Dr. rer. nat. habil. Dr. h. c. mult., Professor für Mikrobiologie, Direktor des Max Planck Instituts für terrestrische Mikrobiologie, Marburg.
- 2009 *Walther Ludwig*, Dr. phil. Dr. h. c., Professor em. für Klassische Philologie an der Universität Hamburg.
- 2010 *Klaus Streubel*, Dr. rer. nat., LED-Technologie, Leiter Forschung und Technologie der Osram GmbH, Augsburg.
- 2011 *Angela D. Friederici*, Dr. phil. Dr. h. c., Professorin für Neuropsychologie und Direktorin des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig.
- 2012 *Werner Oechslin*, Dr. phil. Dr. h. c. mult., Professor em. für Geschichte und Theorie der Architektur an der ETH Zürich, Schweiz.
- 2013 *Wolfgang Schröder*, Dr.-Ing., Professor für Strömungsmechanik an der RWTH Aachen.
- 2014 *Klaus Müllen*, Dr. rer. nat. Dr. h. c. mult., Prof. für Organische Chemie, Direktor des Max-Planck-Instituts für Polymerforschung, Mainz.
- 2015 *Johannes Fried*, Dr. Dr. h. c., Prof. em. für Mittelalterliche Geschichte an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- 2016 *Reiner Rummel*, Dr.-Ing. Dr. h. c. mult., Prof. em. für Geodäsie an der TU München.
- 2017 *Antje Boetius*, Dr. rer. nat., Prof. für Geomikrobiologie am Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Universität Bremen und Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
- 2018 *Paul Kirchhof*, Dr. iur. Dr. h. c. mult., Prof. em. für Öffentliches Recht und Steuerrecht, Professor Distinctus der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Bundesverfassungsrichter a. D.